



Vers une pomme de terre sans phytos ? Défis et enjeux pour la recherche et les filières

3ème Carrefour Plants de Pomme de Terre

Organisé par l'UMT InnoPlant² 14-15 octobre 2020, Paris



 InnoPlant

Pilotage de la culture de pomme de terre à l'aide de données issues de capteurs au champ, de drones et de satellites

Recherches réalisées en Belgique et potentialités d'application dans la pratique

F. Ben Abdallah, D. Goffart, Q. Limbourg



Les capteurs optiques en pomme de terre de consommation

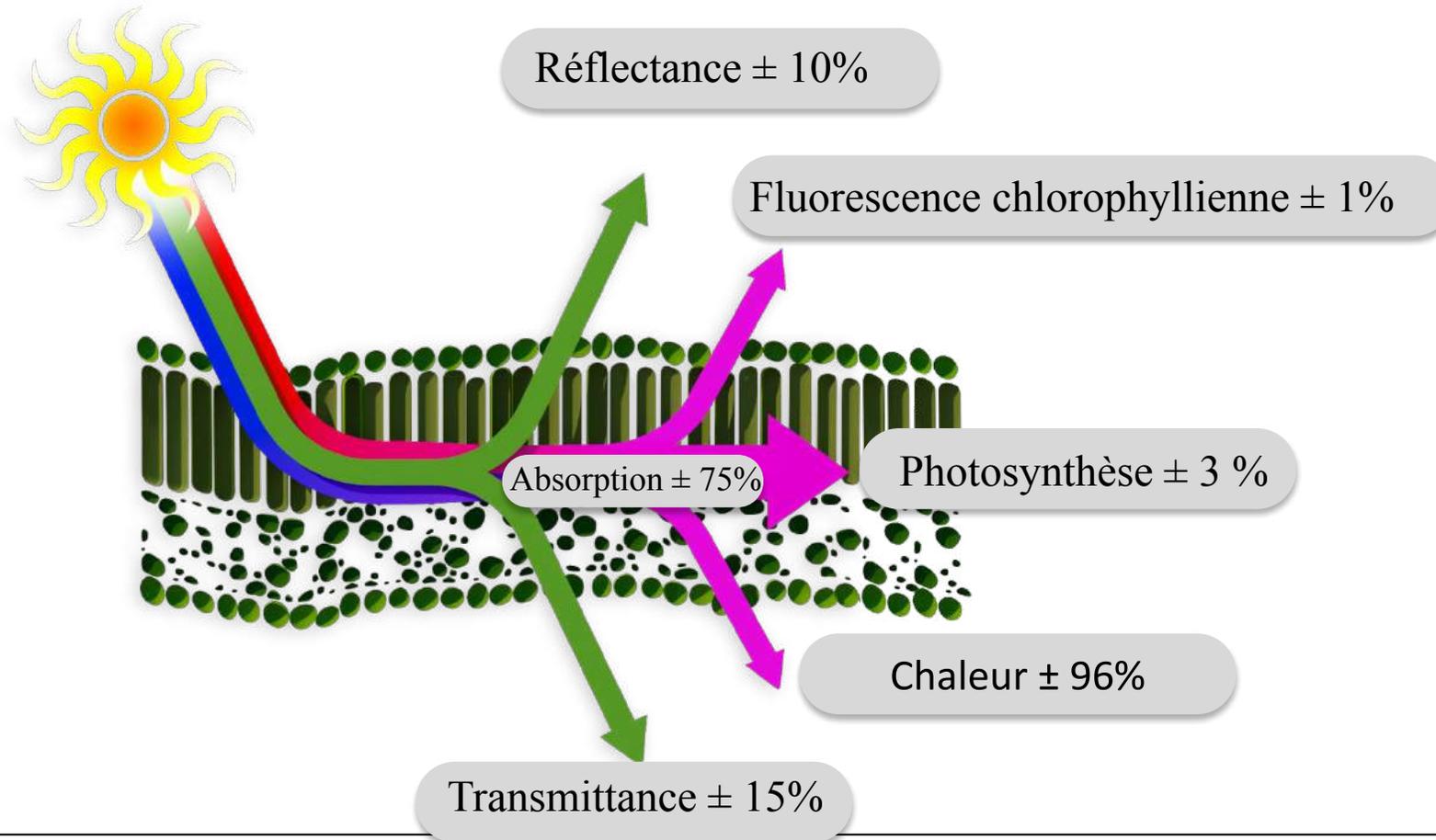
Suivi de la végétation à différentes échelles :

- Au sol : capteurs de contact, capteurs de télédétection rapprochée (outils manuels et outils embarqués sur tracteurs)
- Drones : capteurs optiques multispectraux et hyperspectraux
- Satellite : capteurs optiques multispectraux (ex : Sentinel-2) et radar (ex : Sentinel-1)



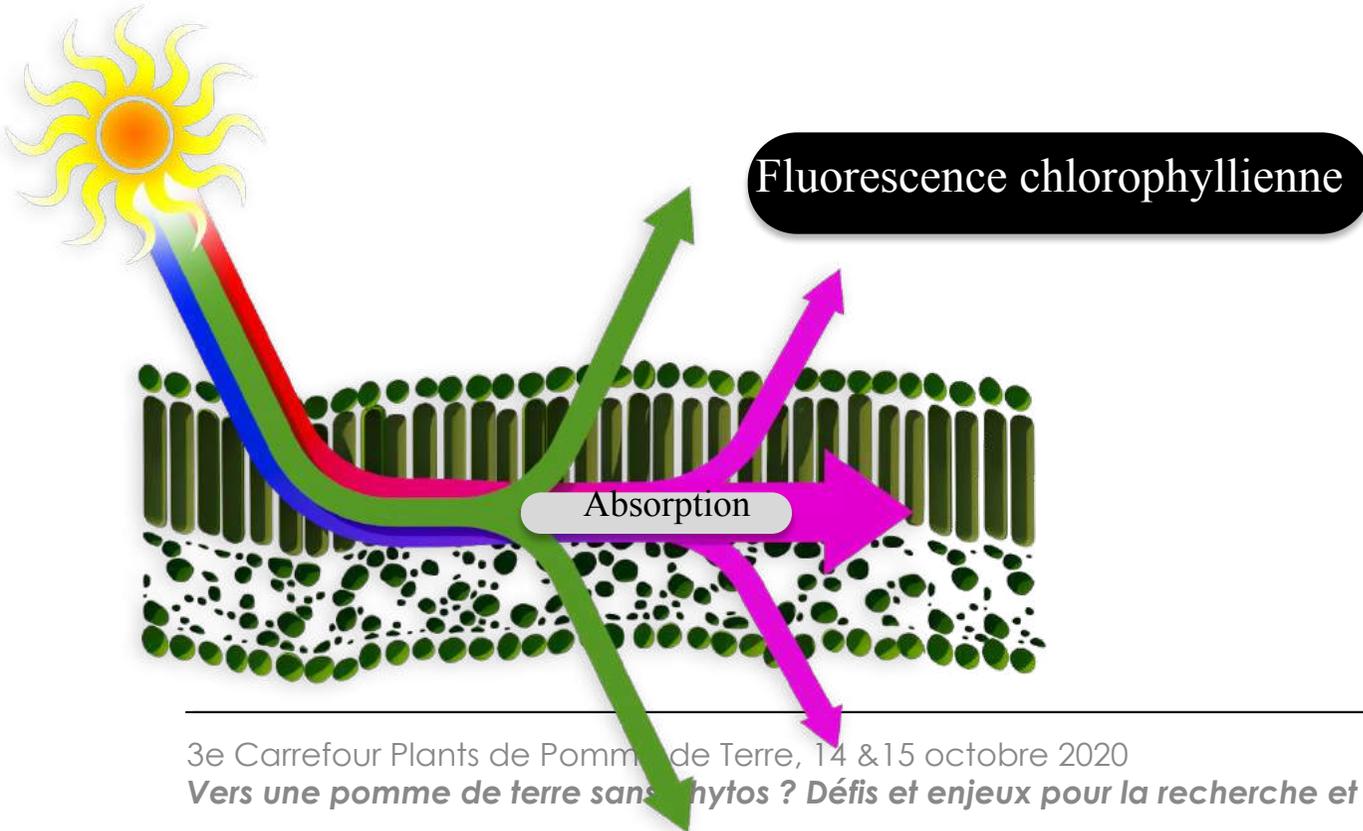
Les capteurs optiques et les signatures spectrales

Utilisation du devenir de la lumière lorsqu'elle impacte la feuille /canopée



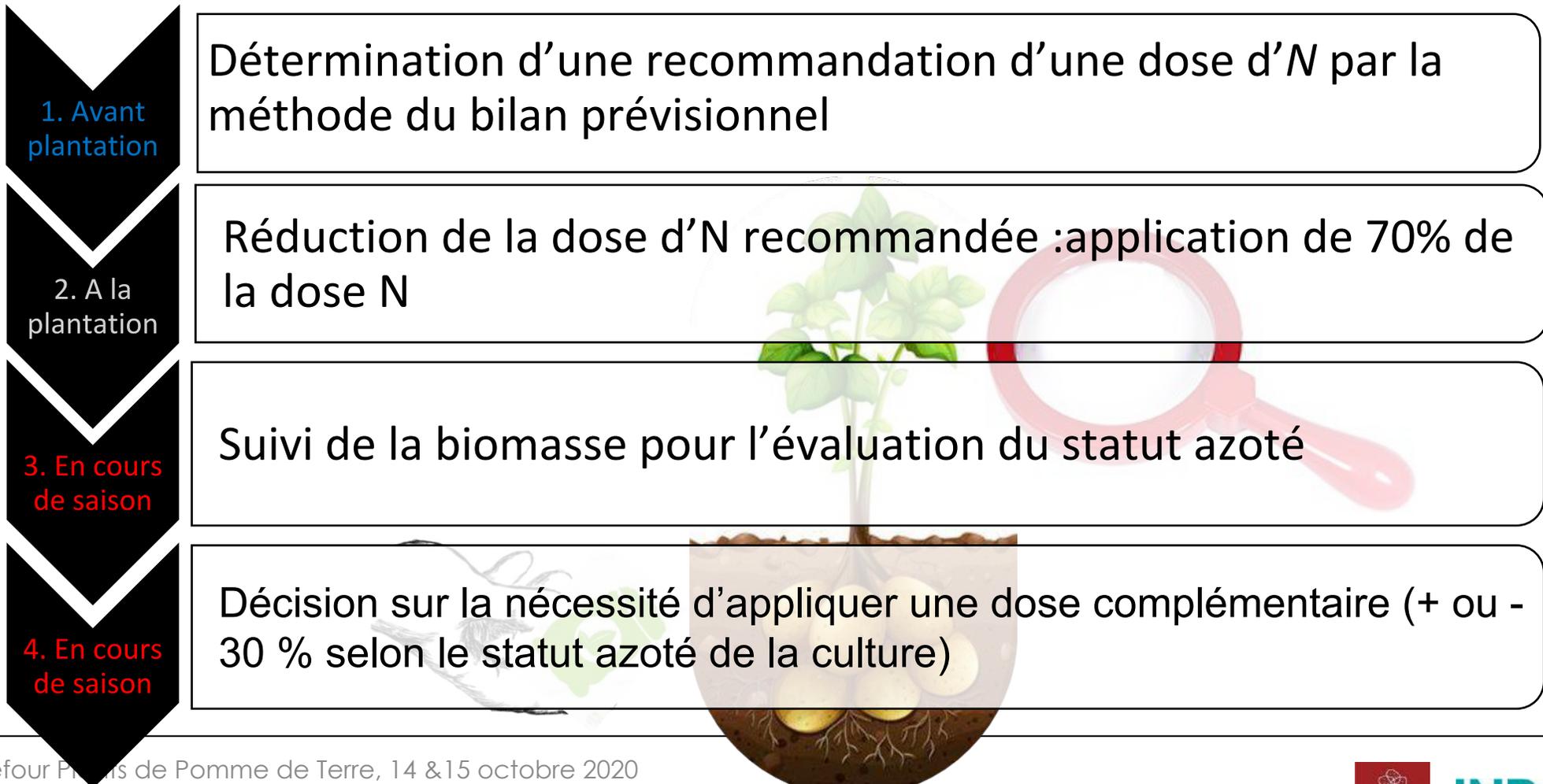
Capteurs au sol - Les fluorimètres

1. Indicateur flavonoïdes
2. Indicateurs chlorophylle
3. Indicateurs combinant chlorophylle et flavonoïdes

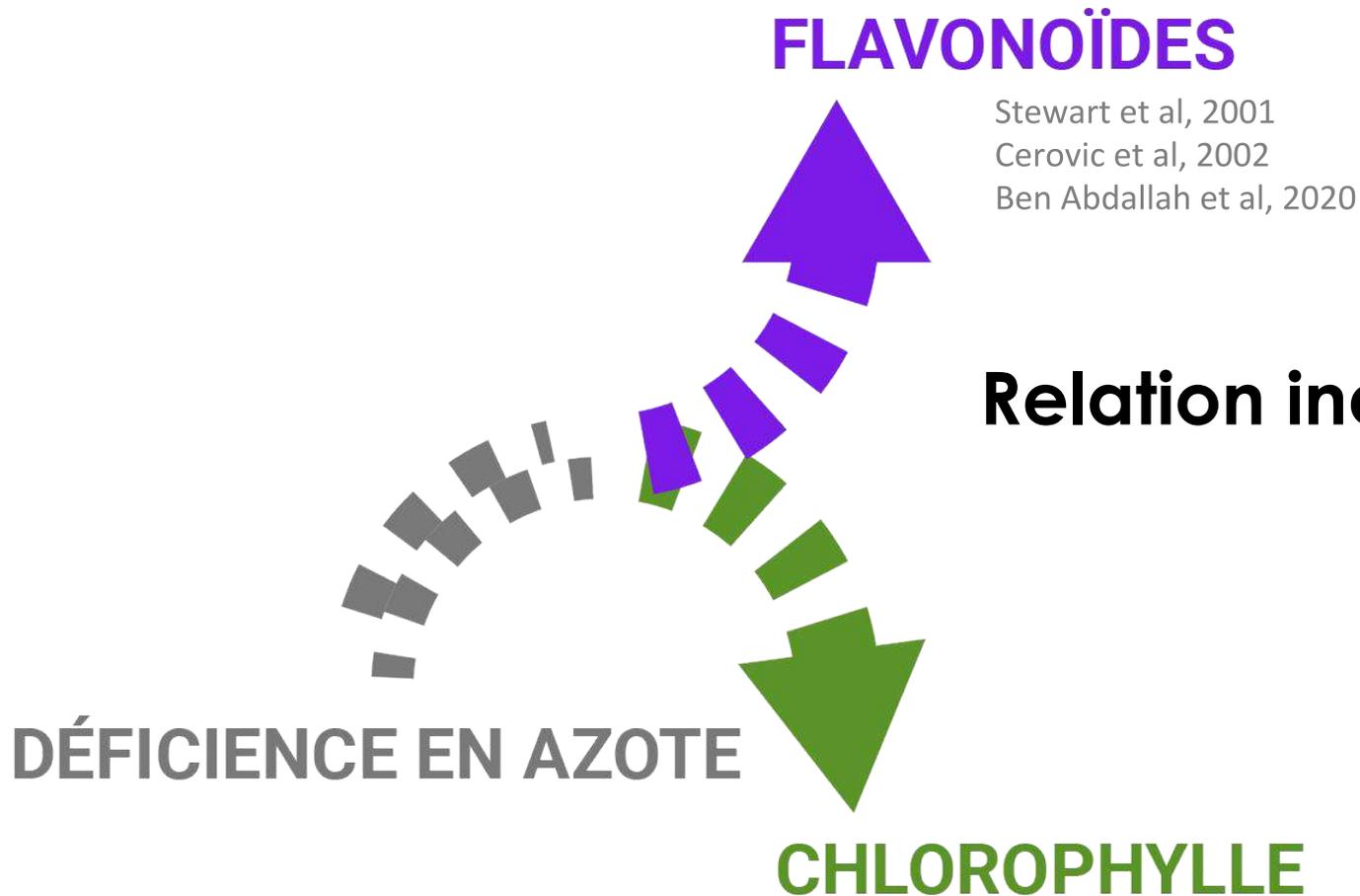


Capteurs au sol - Suivi du statut azoté

Raisonnement annuel de la fertilisation azotée en pomme de terre



Les fluorimètres- Suivi du statut azoté



Les fluorimètres- Suivi du statut azoté

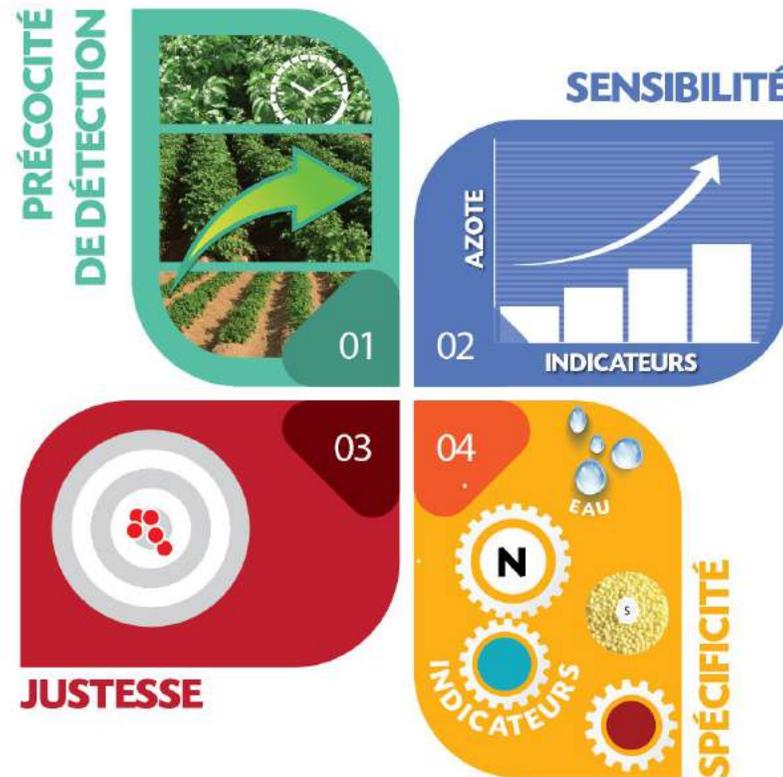
Comparaison des mesures de fluorescence chlorophyllienne, de transmittance et de réflectance, sur 2 variétés Bintje et Charlotte 3 années d'expérimentations et 6 Niveaux d'N



Les flavonoïdes , mesurés par fluorescence chlorophyllienne sont intéressants pour l'évaluation du statut azoté de la culture

Les fluorimètres- Suivi du statut azoté

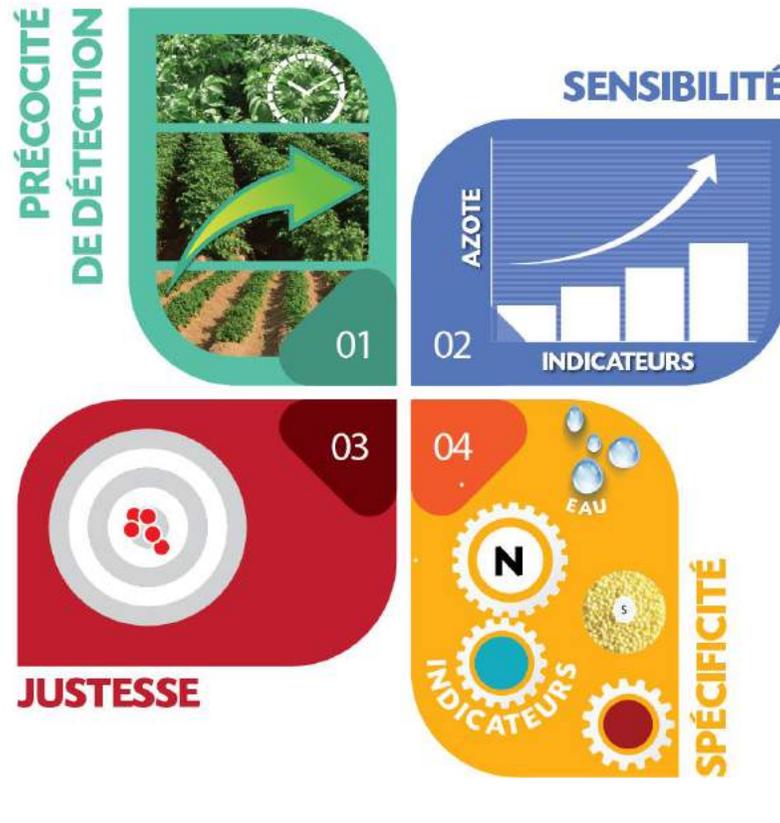
Potentialités et limitation des indicateurs flavonoïdes seuls ou combinés à la teneur en chlorophylle



Les fluorimètres- Suivi du statut azoté

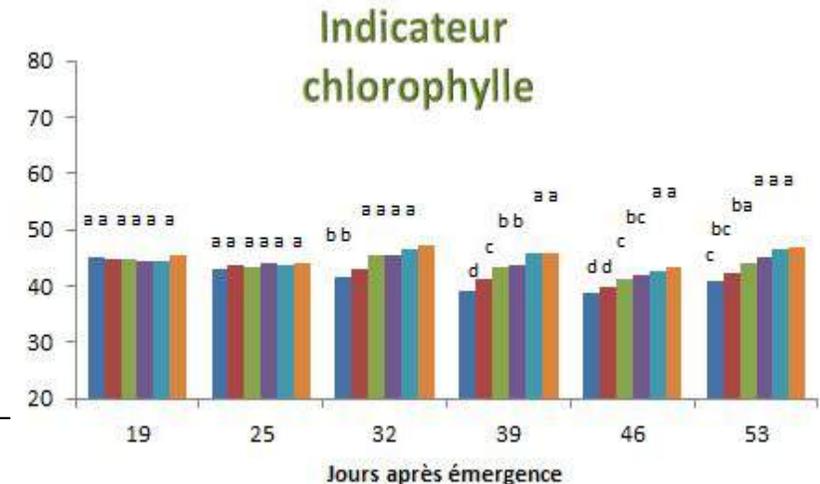
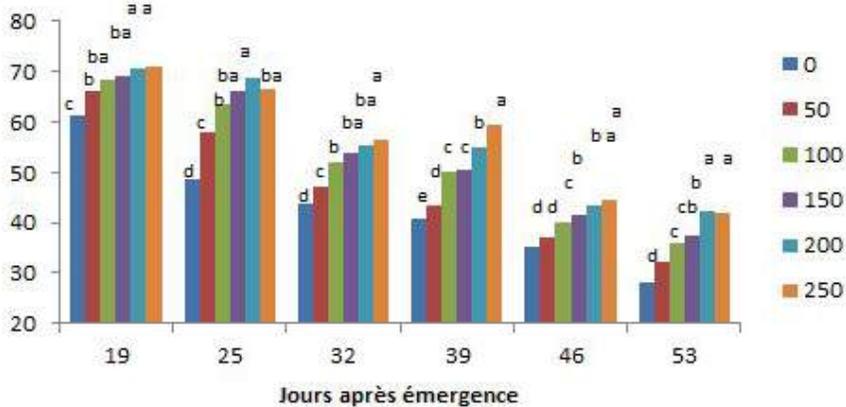
Potentialités et limitation des indicateurs flavonoïdes seuls ou combinés à la teneur en chlorophylle

Réponse précoce de la déficience en azote des flavonoïdes (entre 7 et 25 JAE) plus rapide que les mesures de réflectance ou de transmittance



Sensibilité de réponse avec une bonne discrimination entre les niveaux d'azote testés pour l'ensemble des dates de mesures

Indicateur combinés chlorophylle et flavonoïdes



15 octobre 2020

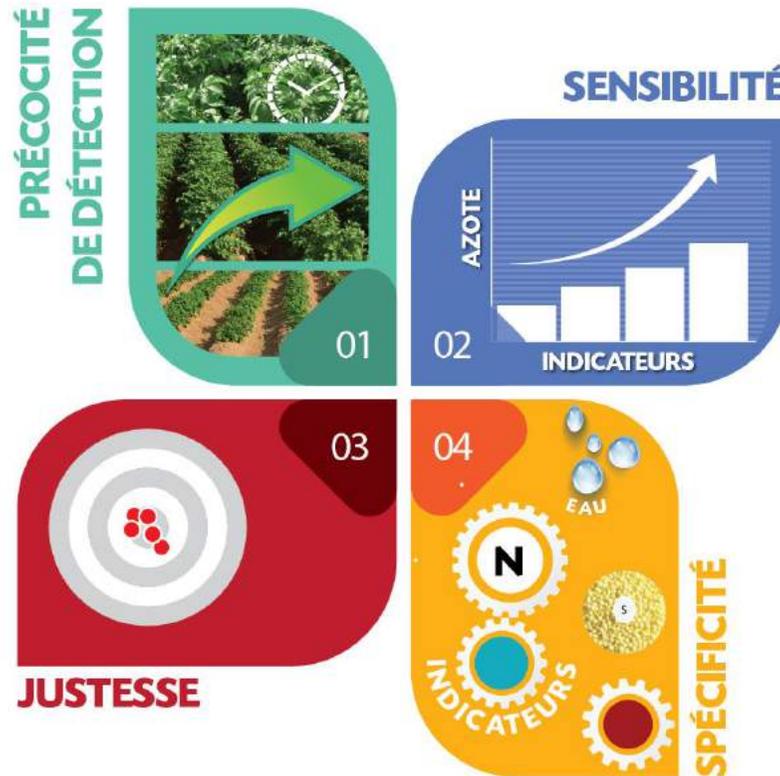
vers une pomme de terre sans pnyros : vers et enjeux pour la recherche et les filières

Les fluorimètres- Suivi du statut azoté

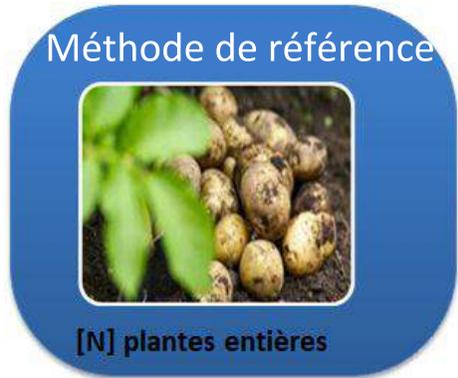
Potentialités et limitation des indicateurs flavonoïdes seuls ou combinés à la teneur en chlorophylle

Bonne justesse de la mesure
évaluée sur base de **corrélation**
avec :

1. La teneur en azote la plante entière
2. La teneur en azote de la biomasse aérienne
3. L'indice de nutrition azotée



Vs.



Indicateurs foliaires

Chlorophylle / Flavonoïdes	NBI-R	0,86	***
	NBI	0,82	***
	HNT/FLV	0,87	***
Flavonoïdes	HNT/FLAV	0,86	***
	FLV	-0,83	***
Chlorophylle	FLAV	-0,86	***
	G	0,02	ns
	R	0,5	***
	HNT	0,54	***

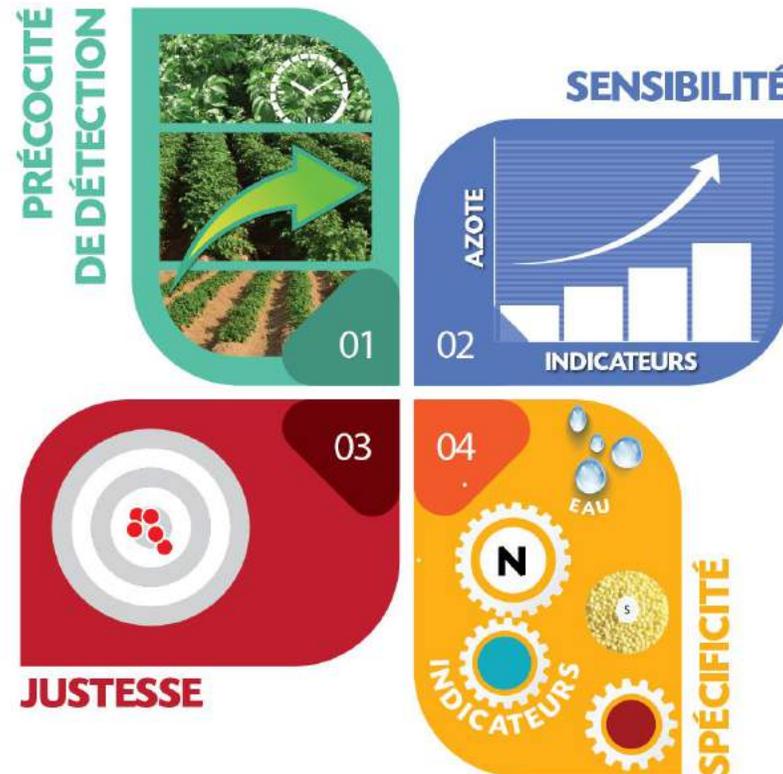
Les fluorimètres- Suivi du statut azoté

Potentialités et limitation des indicateurs flavonoïdes seuls ou combinés à la teneur en chlorophylle

Réponse précoce

Bonne justesse de la mesure

Sensibilité de réponse



Manque de spécificité:
indicateurs foliaires ne sont pas exclusivement reliés à la fourniture en azote (effet variété, année et date de mesure)

Les fluorimètres- Autres travaux et perspectives

- Utilisation des mesures de la fluorescence pour le diagnostic sanitaire des plantes: exemples de projets en cours
 - **BeetPhen** en betterave sucrière pour l'évaluation quantitative des maladies foliaires
 - **First** en pommes terre pour l'évaluation de la résistance au mildiou et de l'efficacité d'utilisation de l'azote
- Étude des potentialités des mesures de la fluorescence chlorophyllienne couplées aux mesures de réflectance embarquées (sur un tracteur ou un drone) ou à l'échelle satellitaire:
 - Prise en compte de la variabilité intraparcellaire
 - Indicateurs physiologiques + indicateurs de la végétation

Défanage - Objectifs

- Optimiser le défanage des pommes de terres en apportant la dose de défanant adaptée à l'endroit où elle est nécessaire.
- Démontrer l'utilisation pratique des technologies basées sur l'imagerie (images satellitaires, images aériennes (drones), images de capteurs embarqués), et de technique d'agriculture de précision.
- Contribuer à l'amélioration de l'image de l'agriculture wallonne, et de la culture de pomme de terre en particulier en montrant la réduction de l'impact environnemental possible par la technologie.

Défanage

- Utilisation d'image multi-spectrale pour réaliser des cartes d'hétérogénéité d'indice de végétation (NDVI)
- Le type de capteur est toujours similaire mais le vecteur de transport est différent
 - Tracteur (Greenseeker, Yara, etc.)
 - Drone
 - Satellite
- Utilisation d'un algorithme pour transformer l'indice de végétation en dose de défanant

Défanage - Capteurs



Source : Yara



Source : Trimble

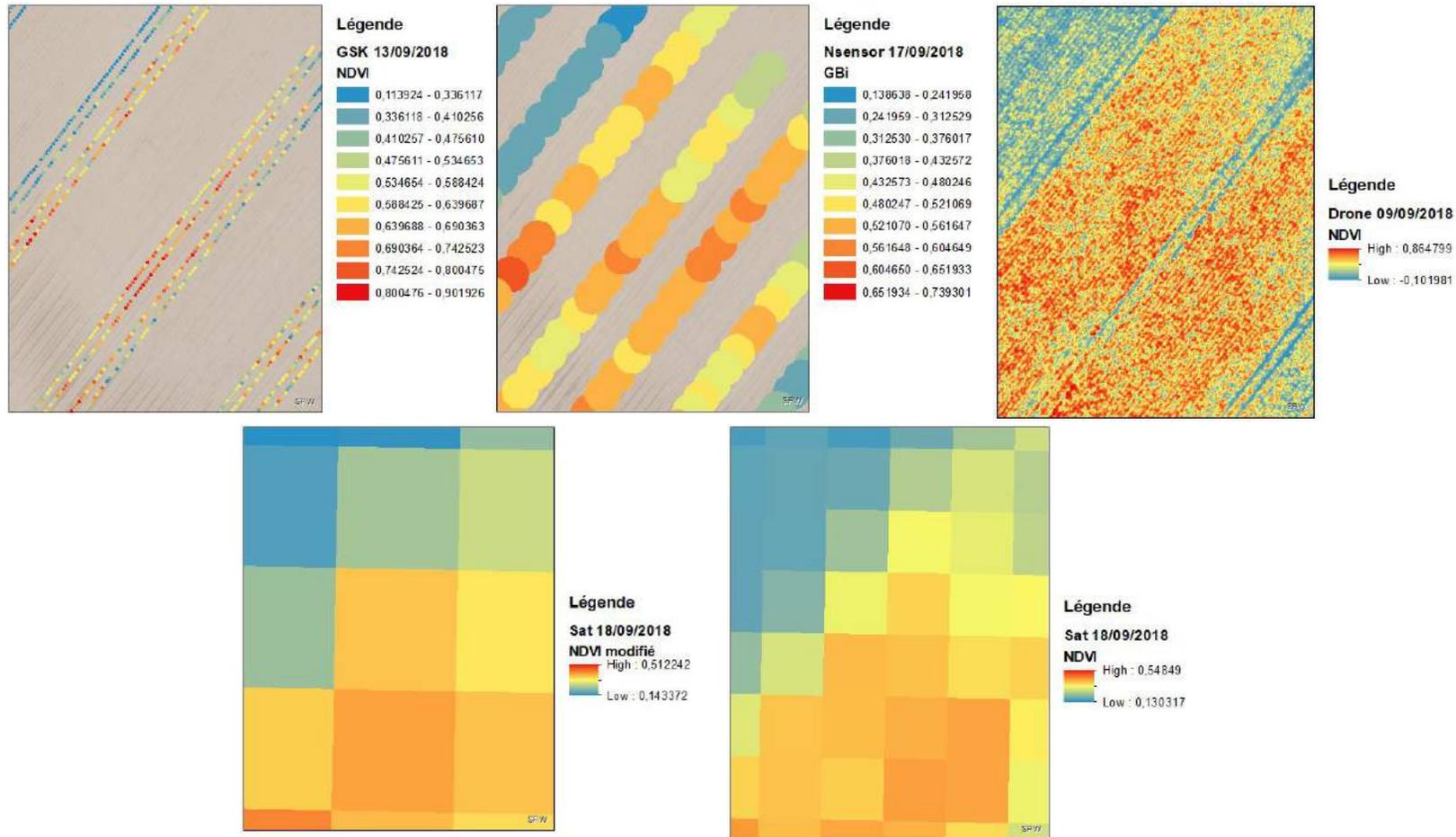


Source : Airinov

Défanage - Comparaison

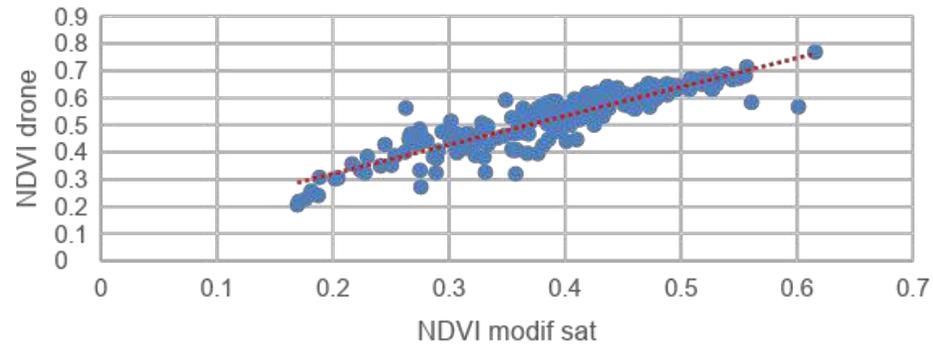
	Drone	Satellite	GSK	Nsensor
Couverture nuageuse	\	--	\	\
Sensibilité au vent	--	\	\	\
Passage supplémentaire	-	+	-	-
Position de la mesure	+	+	\	\
Traitement de données	-	-	\	\
Coûts	-	++	-	-
Surface prise en compte	++	++	-	+
Accessibilité	-	-	+	+

Défanage - Comparaison

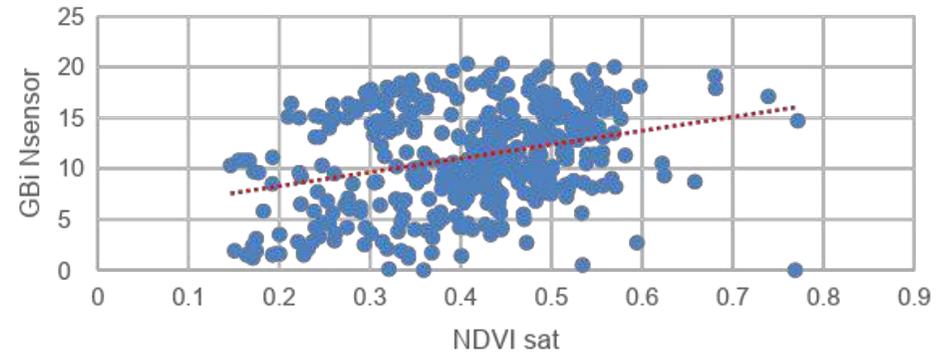


Défanage - Comparaison

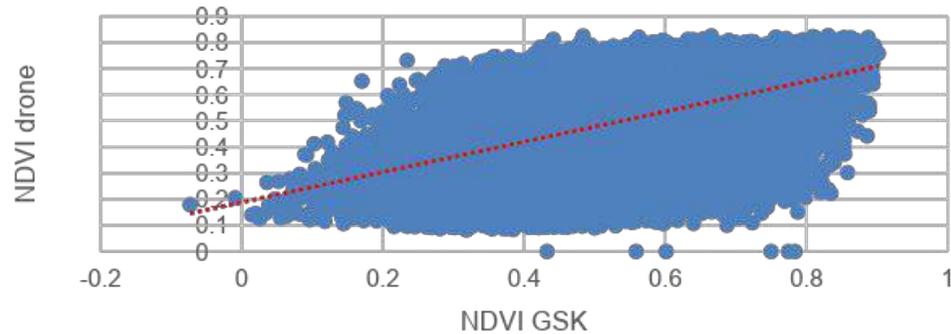
Drone VS satellite: NDVI



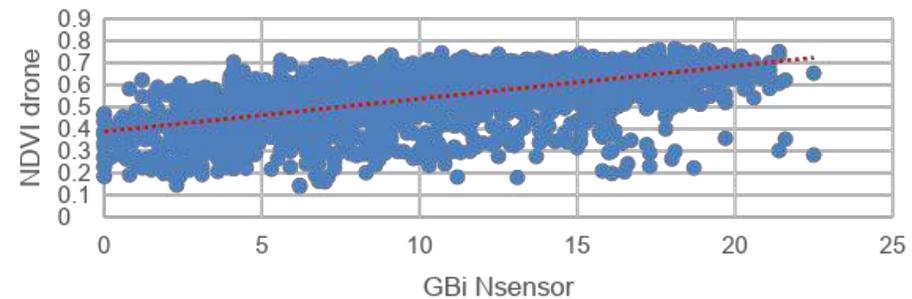
Satellite VS Nsensor



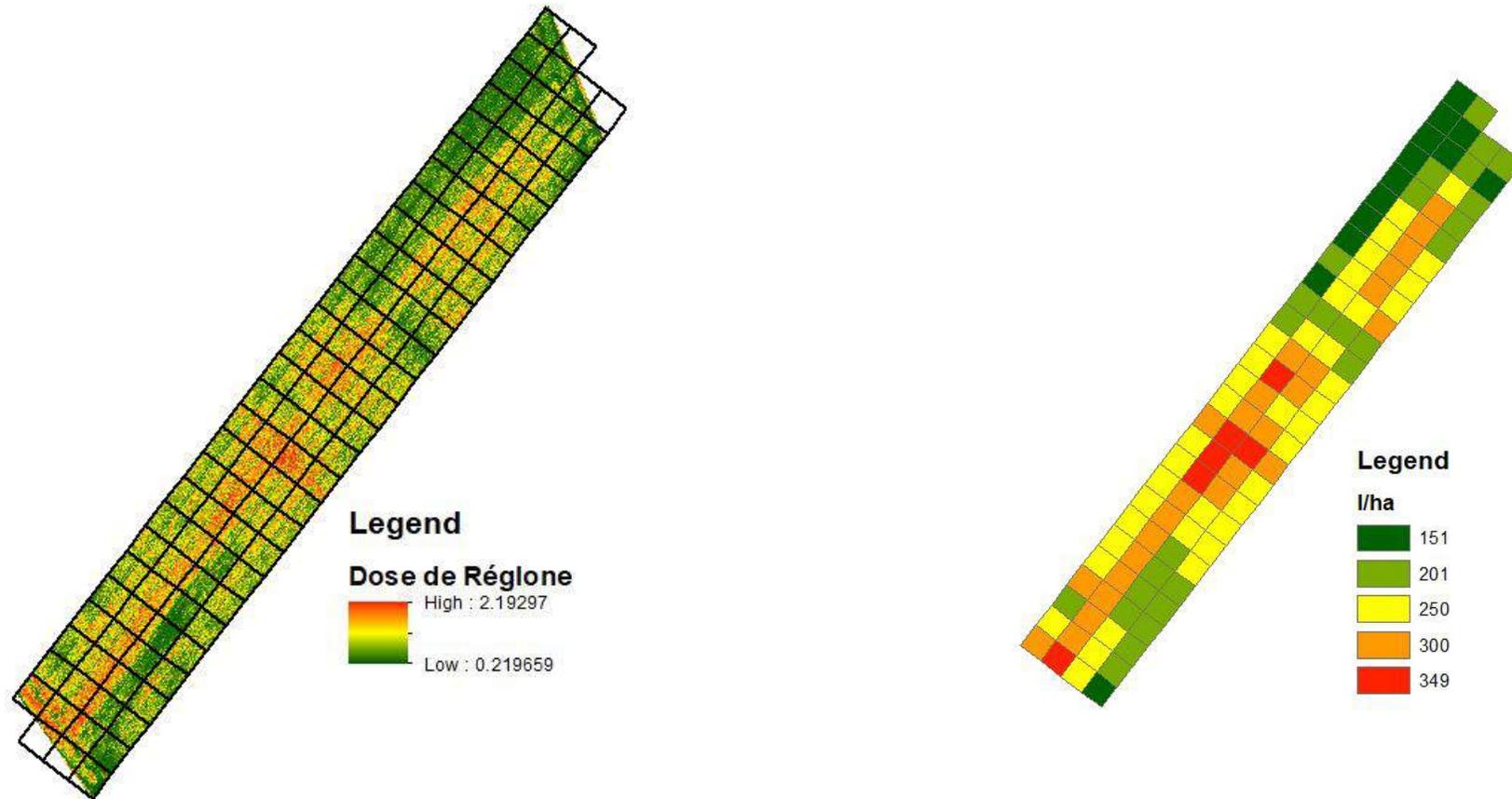
Drone VS GSK: NDVI



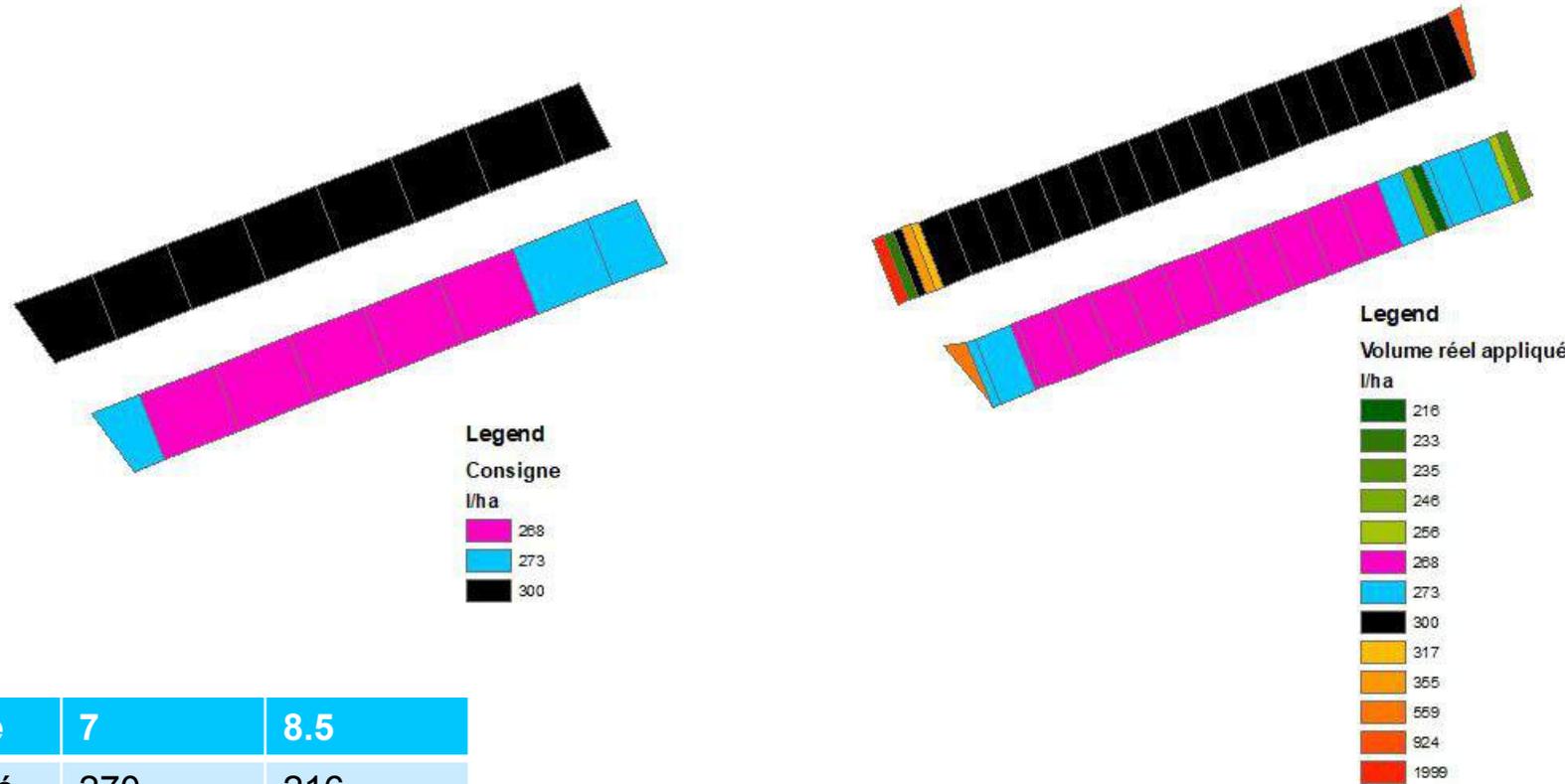
Drone VS Nsensor: indice biomasse



Défanage - Carte de modulation



Défanage - Carte de modulation



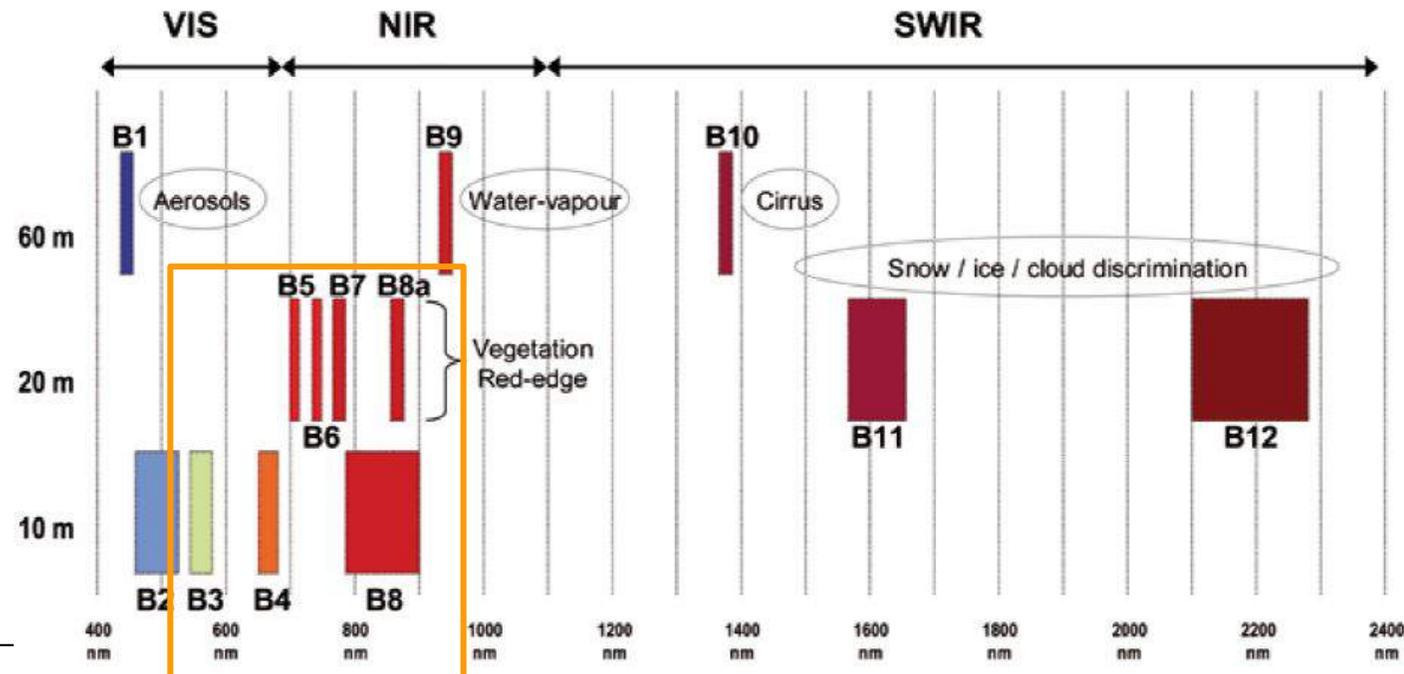
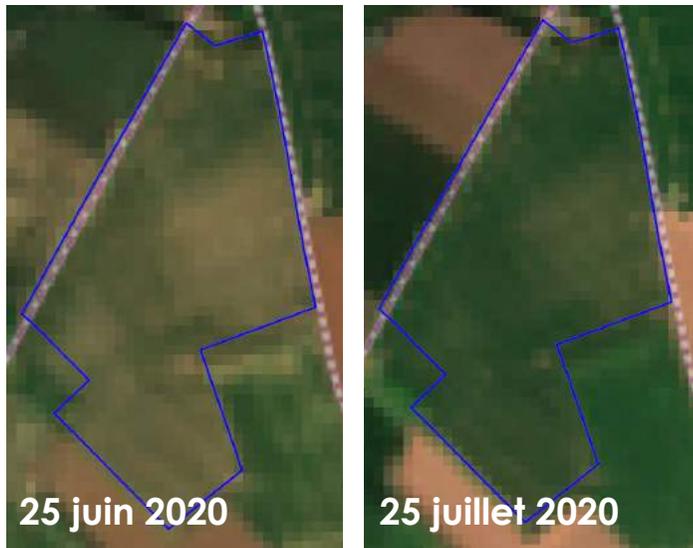
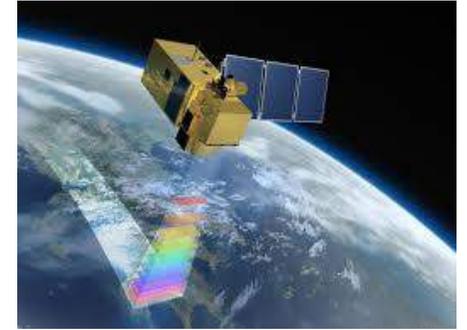
Vitesse	7	8.5
Quantité	270	216
Pression	3	3.6

Défanage - Résultat

			<u>Classique</u> <u>L/ha</u>	<u>Modulé</u> <u>L/ha</u>	<u>Economie</u> <u>produit en</u> <u>volume</u>	<u>Economie</u> <u>€/ha</u>
<u>2018</u>	<u>Fontane</u>	<u>Reglone</u>	1,50	1,15	16%	4,9 €/ha
		<u>Spotlight</u>	1,00	0,95		
<u>2018</u>	<u>Bintje</u>	<u>Reglone</u>	3,25	2,63	19%	5,0 €/ha
<u>2019</u>	<u>Bintje</u>	<u>Reglone</u>	2,00	0,83	59%	9,4 €/ha
		<u>Spotlight</u>	1,00	0,62	38%	14,6 €/ha
<u>2019</u>	<u>Fontane</u>	<u>Reglone</u>	3,00	1,18	61%	14,5 €/ha
		<u>Spotlight</u>	1,00	0,84	16%	6,1 €/ha
		<u>Gozai</u>	0,80	0,72	10%	3,1 €/ha

Satellite - Sentinel-2

- Réflectance à **12 longueurs d'ondes** => calcul d'indices de végétation
- Résolution spatiale = **10 mètres** (minimum)
- Résolution temporelle = **5 jours**
- Disponible **gratuitement**
- Image sur toute la parcelle => Prise en compte de l'**hétérogénéité** intra-parcellaire
- Limitation principale = couverture nuageuse



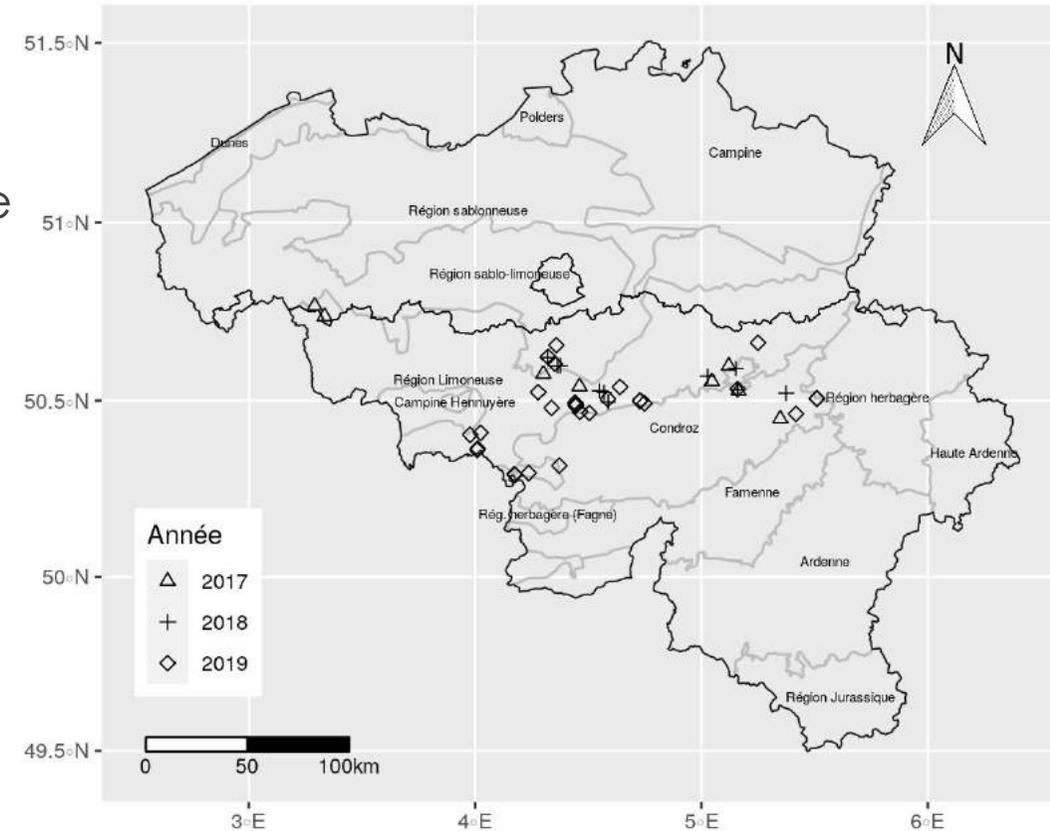
3e Carrefour Plants de Pomme de Terre, 14 & 15 octobre 2020

Vers une pomme de terre sans phytos ? Défis et enjeux pour la recherche et les filières

Satellite - Sentinel-2 et fertilisation azotée

Expérimentation menée sur l'**évaluation du statut azoté** en cours saison (en situation réelle)

- Données collectées sur **3 ans**
- 40 à 60 unités d'échantillonnage par an
- **Biomasse** et teneur en **azote** (par IR en labo)
- Situations météorologiques et pédologiques contrastée
- Variétés **Bintje** et **Fontane** (+ Challenger)

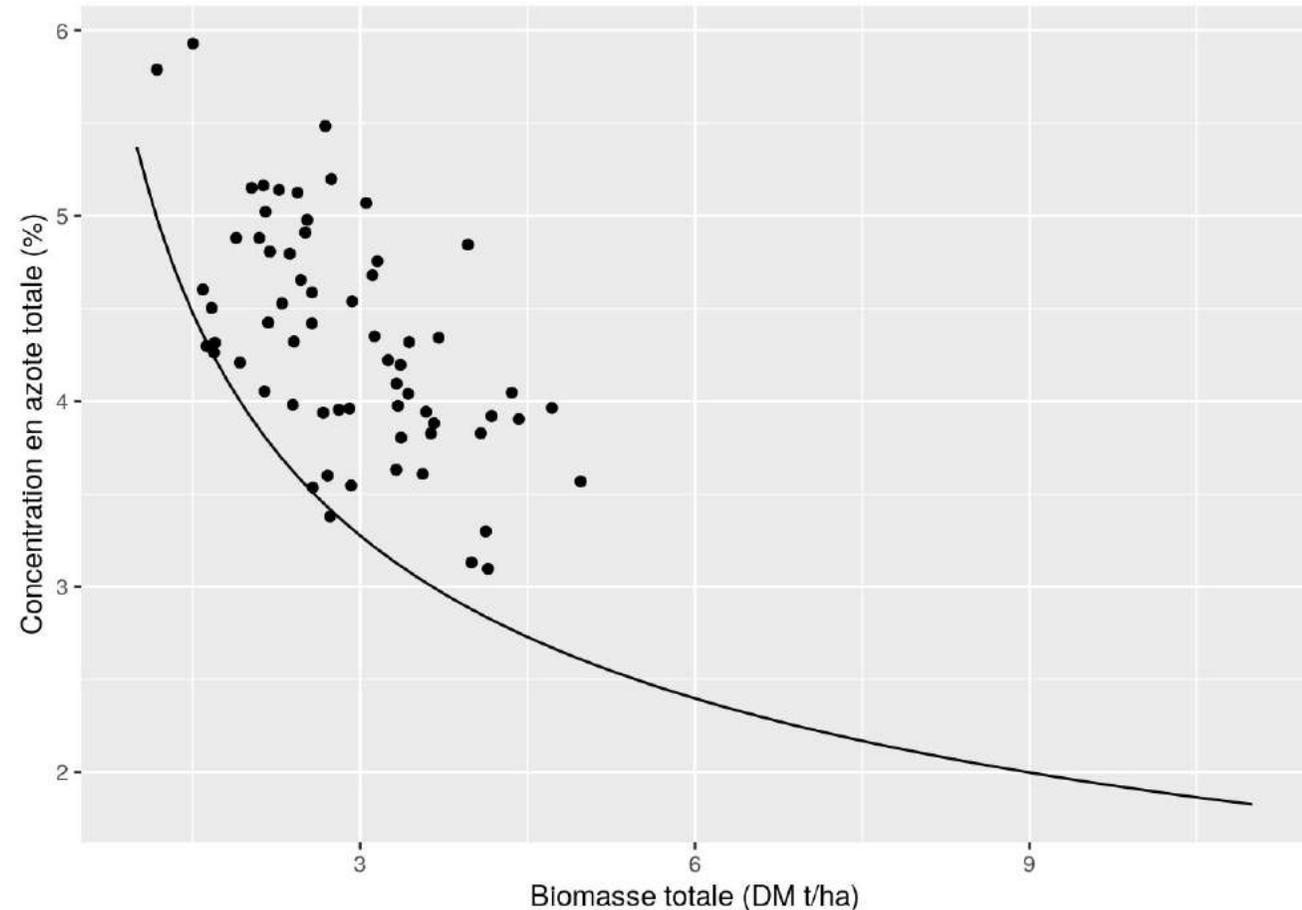


Satellite - Sentinel-2 et fertilisation azotée

Statut azoté observé en pratique sur la **courbe de dilution** de la Bintje :

- Faible proportion à une valeur idéale de concentration en azote
- Grosse proportion au-dessus de la valeur critique

⇒ Concentration en azote (et donc fertilisation) plus que suffisante dans la plupart des cas

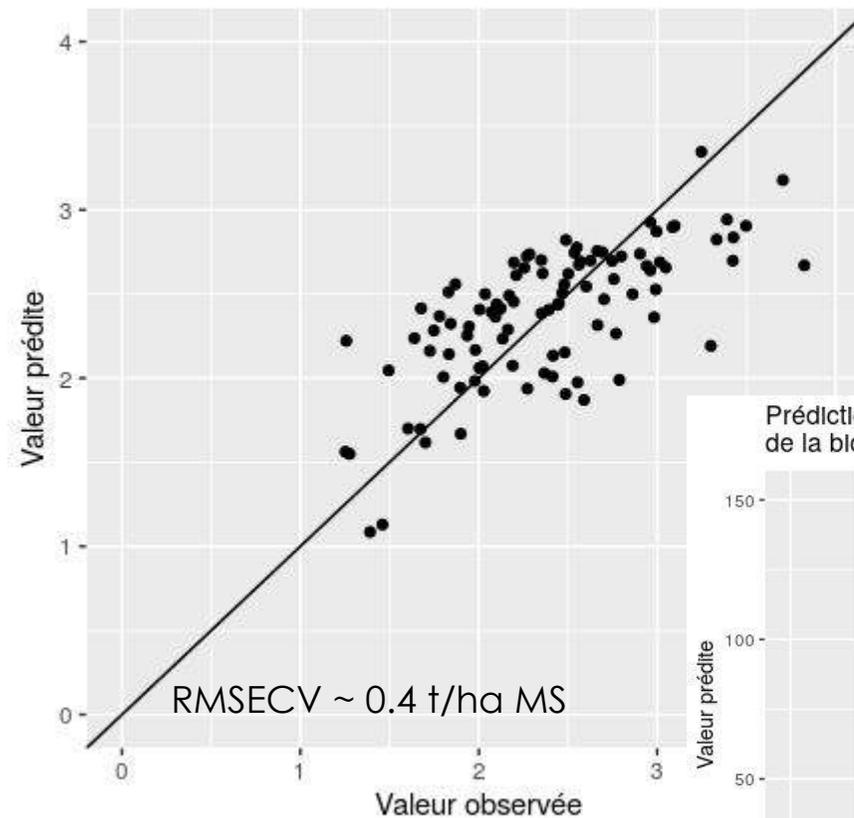


Satellite - Sentinel-2 et fertilisation azotée

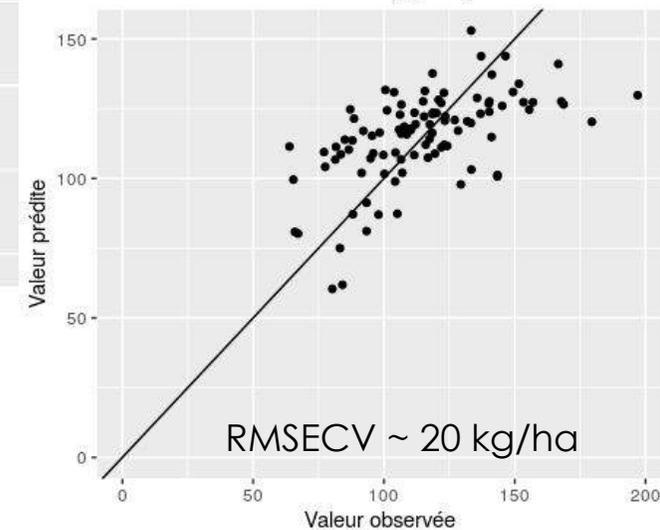
Premiers résultats et réflexions :

- Modèles combinant l'utilisation de plusieurs indices de végétation
- Ajout des degrés jours cumulés depuis la date de plantation : essentiel pour améliorer les résultats surtout pour l'estimation de la biomasse car explique la variation inter-annuelle
- Ajout de la balance hydrique : moins essentiel
- Effet variété non marqué

Prédiction de la biomasse aérienne (t/ha MS)

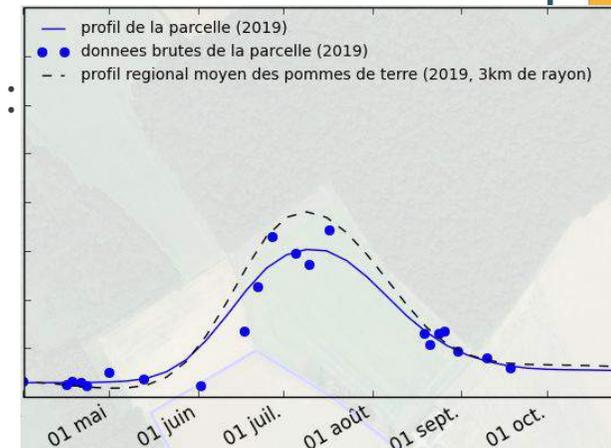
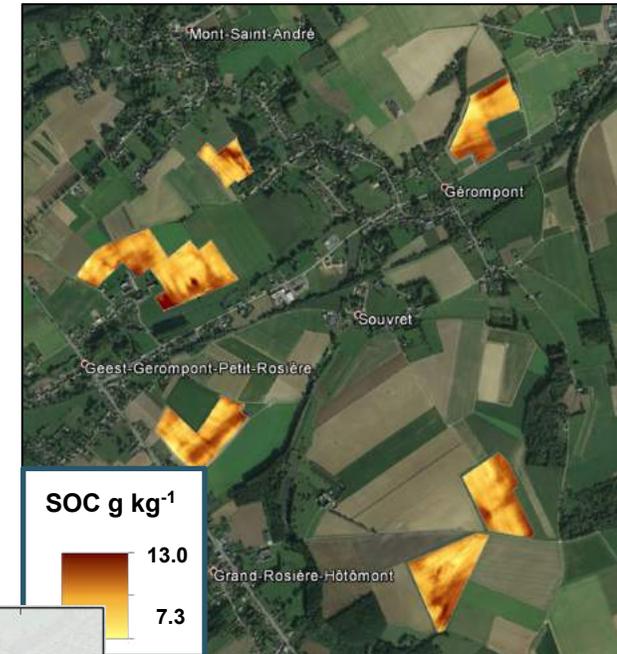


Prédiction du contenu en azote de la biomasse aérienne (kg/ha)



Satellite - Autres travaux et perspective

- Amélioration de la recommandation azotée en début de saison (méthode du bilan) :
 - Estimation de la biomasse de la culture intermédiaire pour améliorer l'estimation de l'apport d'azote à la culture suivante
 - Estimation de la matière organique (reflectance du sol nu) pour prendre en compte l'hétérogénéité intra-parcellaire dans l'estimation de la minéralisation
- Potentiel principal de Sentinel-2 pour le suivi phyto :
 - Suivi temporel de la biomasse → Détection des changements pour détecter une anomalie et la cibler





 InnoPlant

Merci de votre attention !