

Impact de la résolution spectrale sur l'estimation de l'Argile Texturale par Imagerie Vis-PIR (0.4-2.5µm)

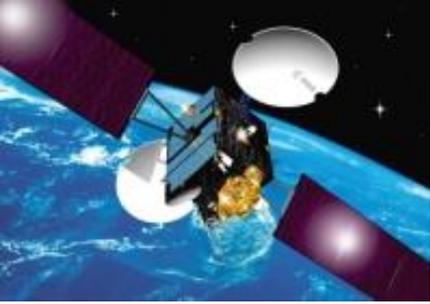
Gomez¹ C., Adeline¹ K., Bacha² S., Driessen¹ B., Lagacherie³ P., Briottet⁴ X.

¹ IRD, UMR LISAH, Montpellier, France

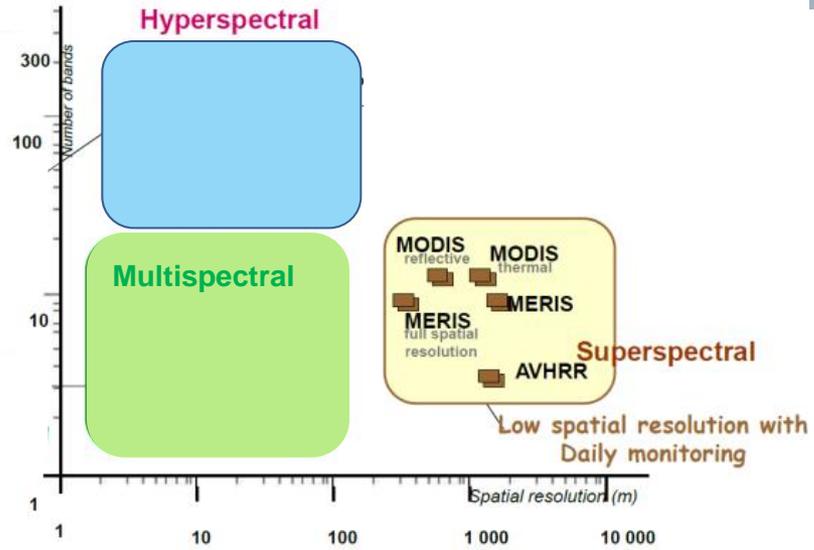
² CNCT, Tunis, Tunisie

³ INRA, UMR LISAH, Montpellier, France

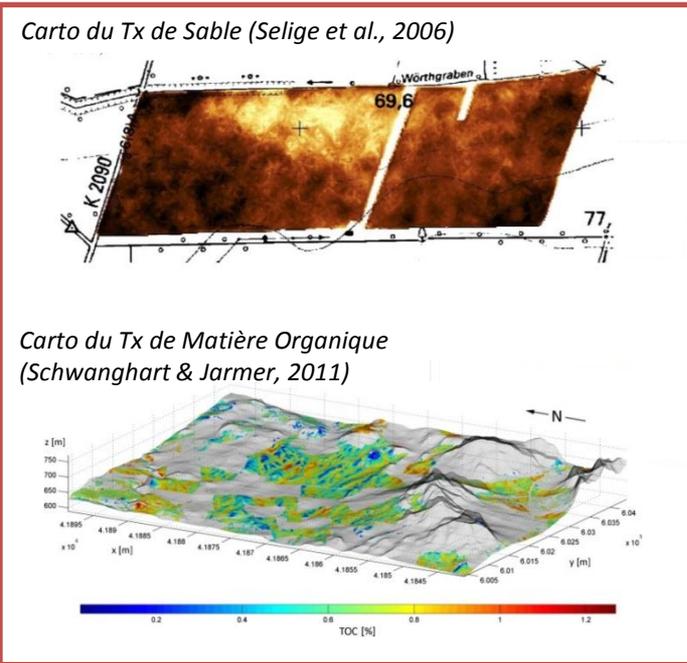
⁴ ONERA, Toulouse, France



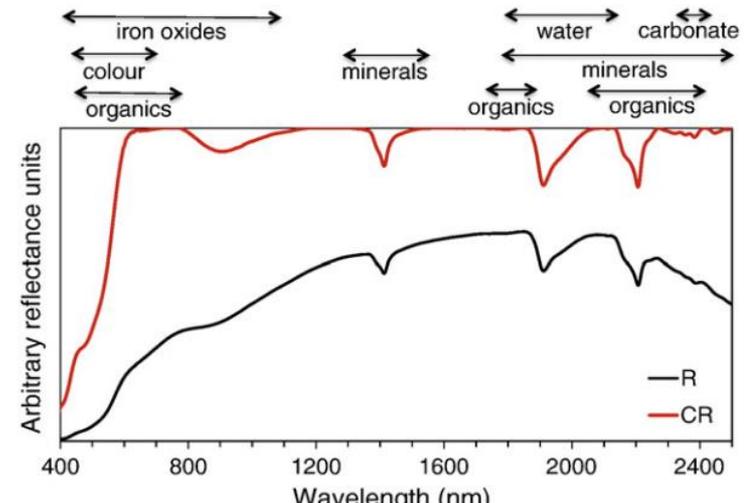
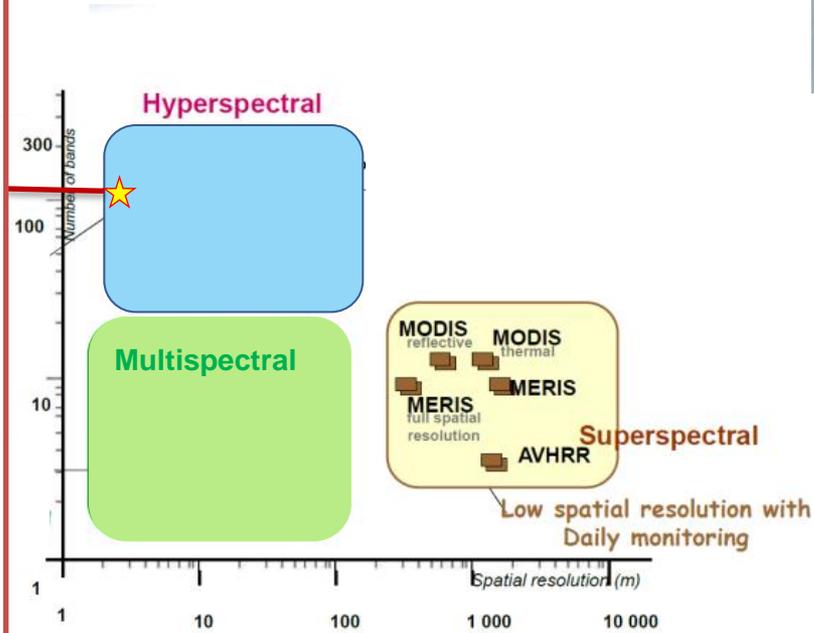
Contexte

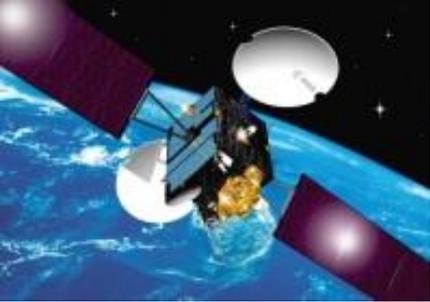


Contexte

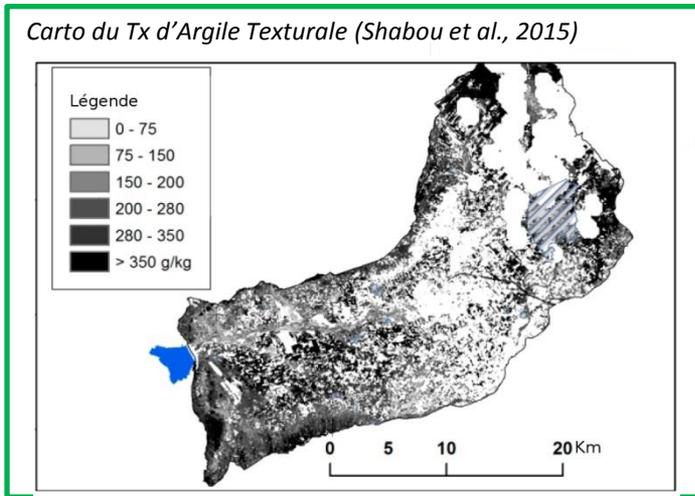
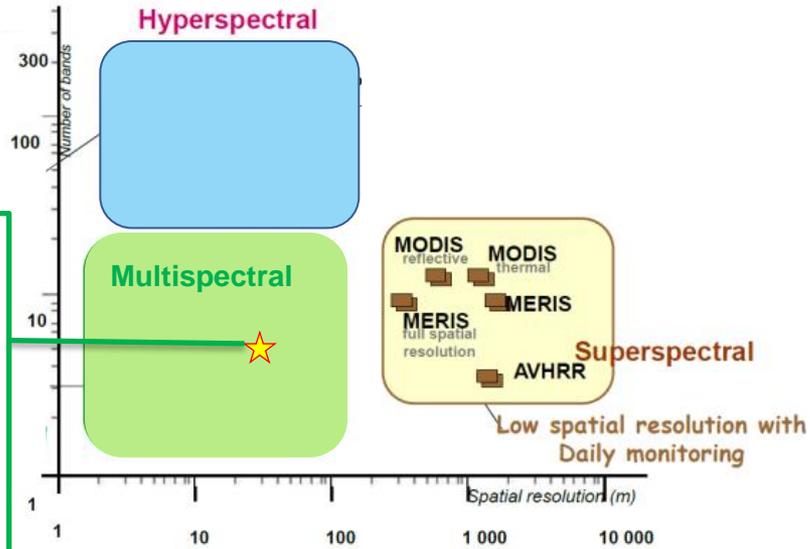


$$0.83 > R^2 > 0.5$$

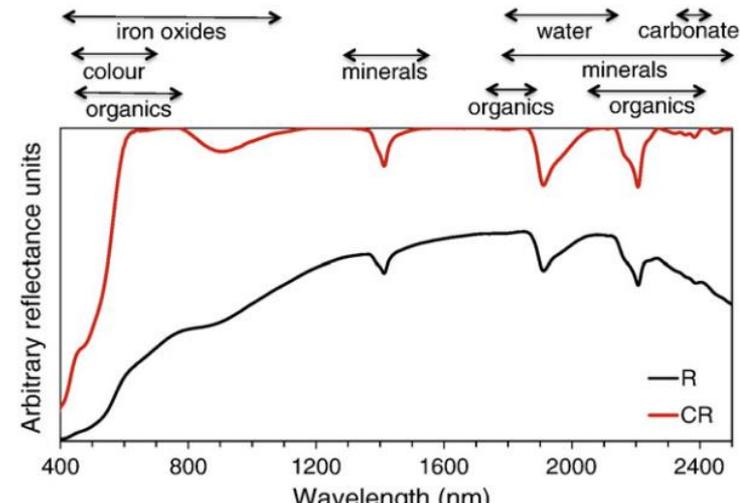


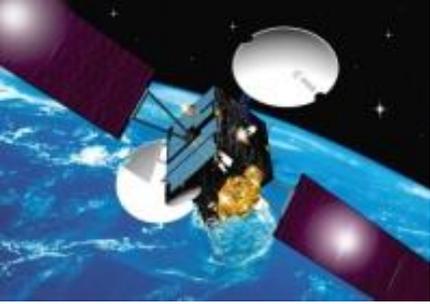


Contexte

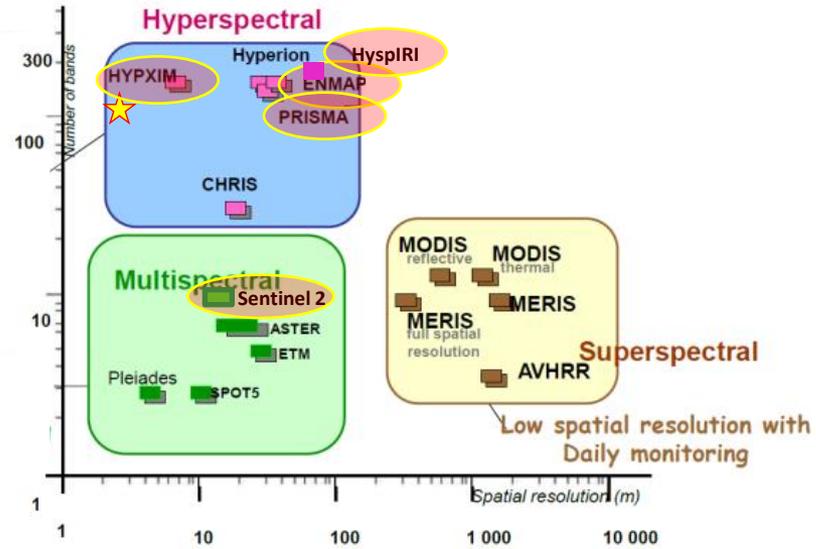


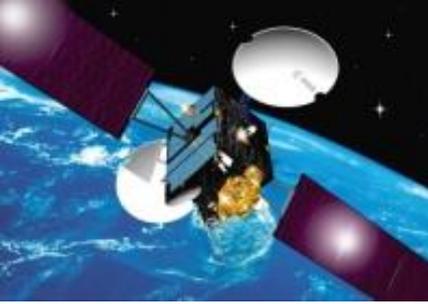
$$0.73 > R^2 > 0.5$$



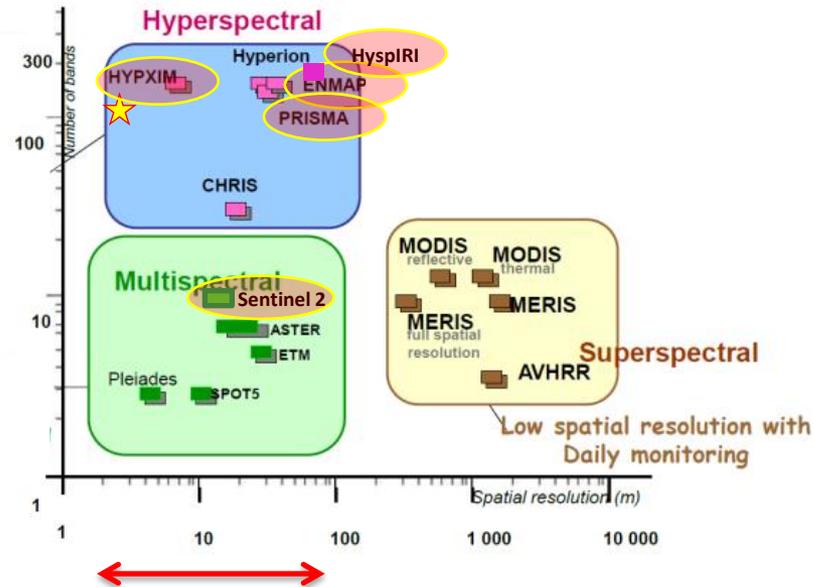


Contexte



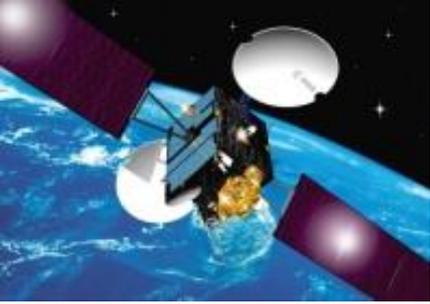


Contexte



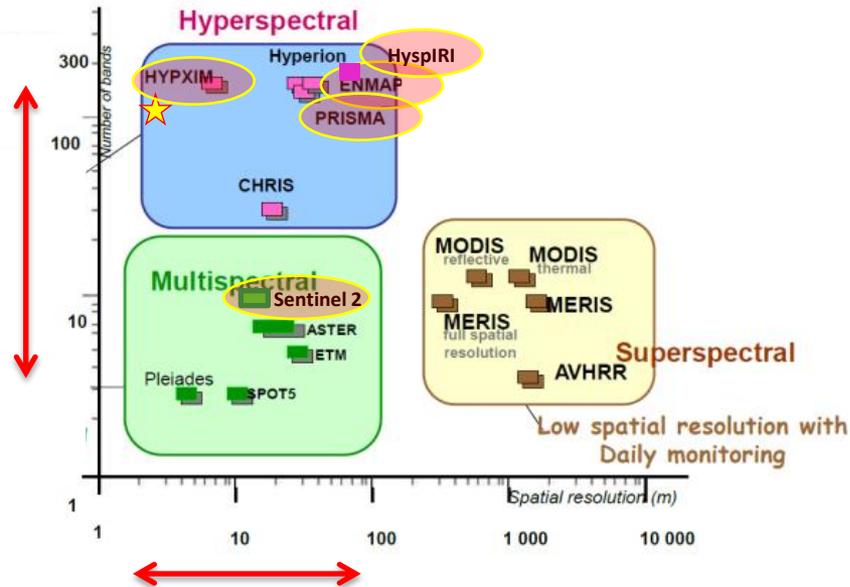
Etude des **effets atmo** et de la **résolution spatiale** sur l'estimation d'Argile texturale :

- Pas d'impact des effets atmosphériques après correction par COCHISE (ONERA)
- Capteurs avec Reso Spatiale ≤ 30 m : Performances similaires ...
... avec perte de finesse des structures pedo à partir de 20m.
- Capteurs avec Reso Spatiale > 30 m : Performances insuffisantes sur des zones rurales caractérisées par des parcelles agricoles de petite superficie (< 1 ha)



Objectif

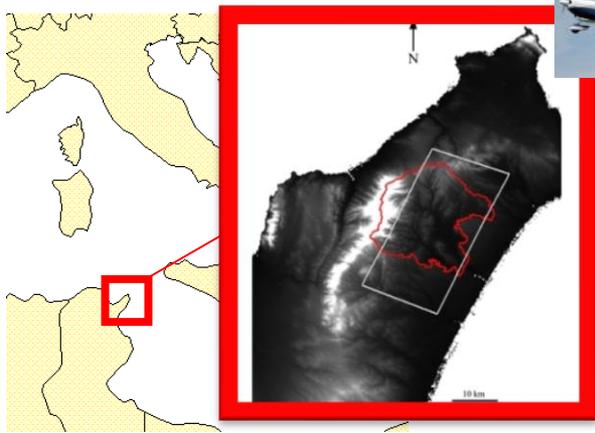
Etude de la
résolution spectrale
sur l'estimation
d'Argile texturale



Etude des **effets atmo** et de la **résolution spatiale** sur l'estimation d'Argile texturale :

- Pas d'impact des effets atmosphériques après correction par COCHISE (ONERA)
- Capteurs avec Reso Spatiale ≤ 30 m : Performances similaires ...
... avec perte de finesse des structures pedo à partir de 20m.
- Capteurs avec Reso Spatiale > 30 m : Performances insuffisantes sur des zones rurales caractérisées par des parcelles agricoles de petite superficie (< 1 ha)

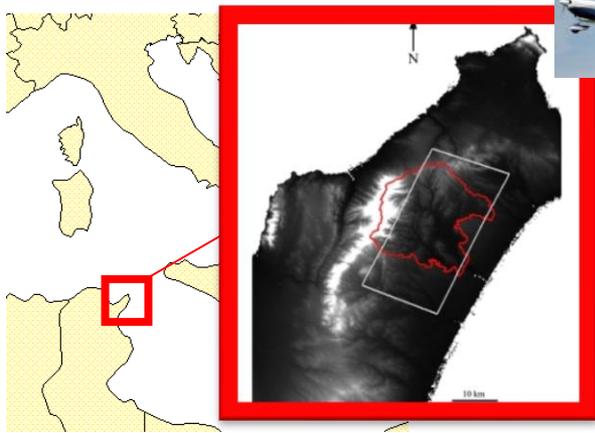
Sites / Données



Données aéroportées AISA-DUAL

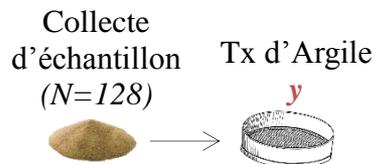
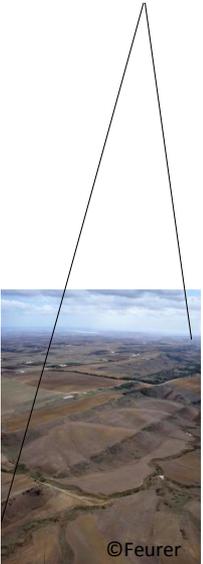
- Domaine spectral : 400 – 1100 nm (vnir) / 1100 - 2500 nm (swir)
- Résolution spectrale : 4.68 nm (vnir) / 6.28 nm (swir)
- Nombre de bandes spectrales : 359
- Résolution spatiale : 5 m
- Superficie couverte : 300 km²

Sites / Données



Données aéroportées AISA-DUAL

- Domaine spectral : 400 – 1100 nm (vnir) / 1100 - 2500 nm (swir)
- Résolution spectrale : 4.68 nm (vnir) / 6.28 nm (swir)
- Nombre de bandes spectrales : 359
- Résolution spatiale : 5 m
- Superficie couverte : 300 km²

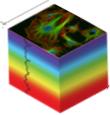


Sites / Données

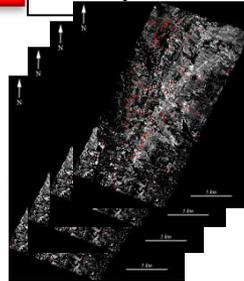


Données aéroportées AISA-DUAL

- Domaine spectral : 400 – 1100 nm (vnir) / 1100 - 2500 nm (swir)
- Résolution spectrale : 4.68 nm (vnir) / 6.28 nm (swir)
- Nombre de bandes spectrales : **257**
- Résolution spatiale : 5 m
- Superficie couverte : **43 % de sol nu**



Mask +
Correct° Atmo



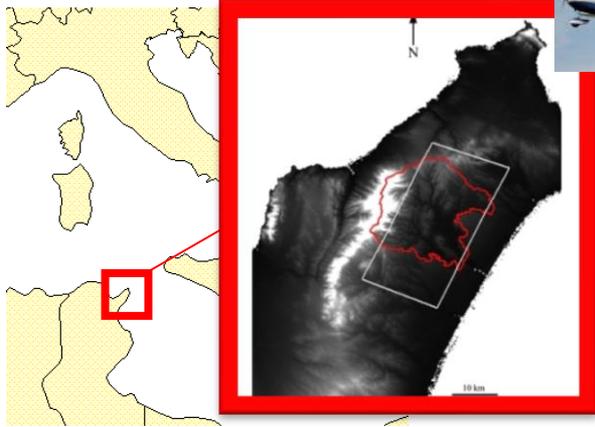
Collecte
d'échantillon
(N=128)



Tx d'Argile
y

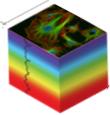


Sites / Données

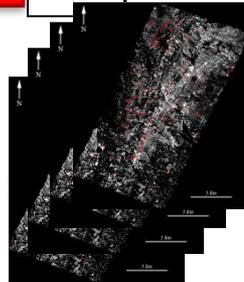


Données aéroportées AISA-DUAL

- Domaine spectral : 400 – 1100 nm (vnir) / 1100 - 2500 nm (swir)
- Résolution spectrale : 4.68 nm (vnir) / 6.28 nm (swir)
- Nombre de bandes spectrales : **257**
- Résolution spatiale : 5 m
- Superficie couverte : **43 % de sol nu**



Mask +
Correct° Atmo



Extraction des
128 spectres X_{av}

$\begin{pmatrix} X_{av} \\ y \end{pmatrix}$
 $N = 128$

Construction d'une
fonction f où :
 $y = f(X_{av})$

PLSR

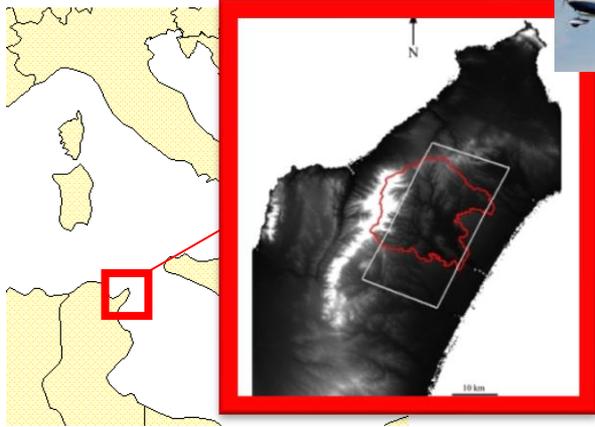
Collecte
d'échantillon
($N=128$)



Tx d'Argile
 y

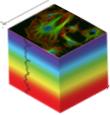


Sites / Données

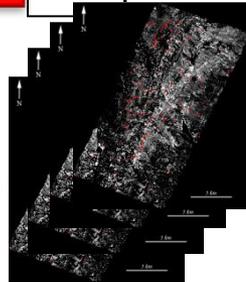


Données aéroportées AISA-DUAL

- Domaine spectral : 400 – 1100 nm (vnir) / 1100 - 2500 nm (swir)
- Résolution spectrale : 4.68 nm (vnir) / 6.28 nm (swir)
- Nombre de bandes spectrales : **257**
- Résolution spatiale : 5 m
- Superficie couverte : **43 % de sol nu**



Mask +
Correct° Atmo

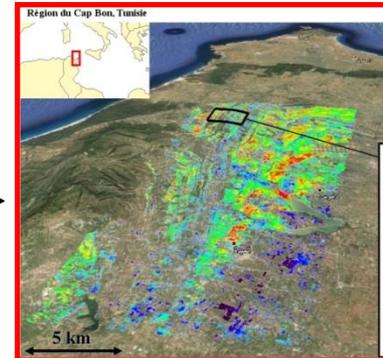


Extraction des
128 spectres X_{av}

$\begin{bmatrix} X_{av} \\ y \end{bmatrix}$
 $N = 128$

Construction d'une
fonction f où :
 $y = f(X_{av})$

PLSR

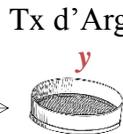


Gomez et al., 2012

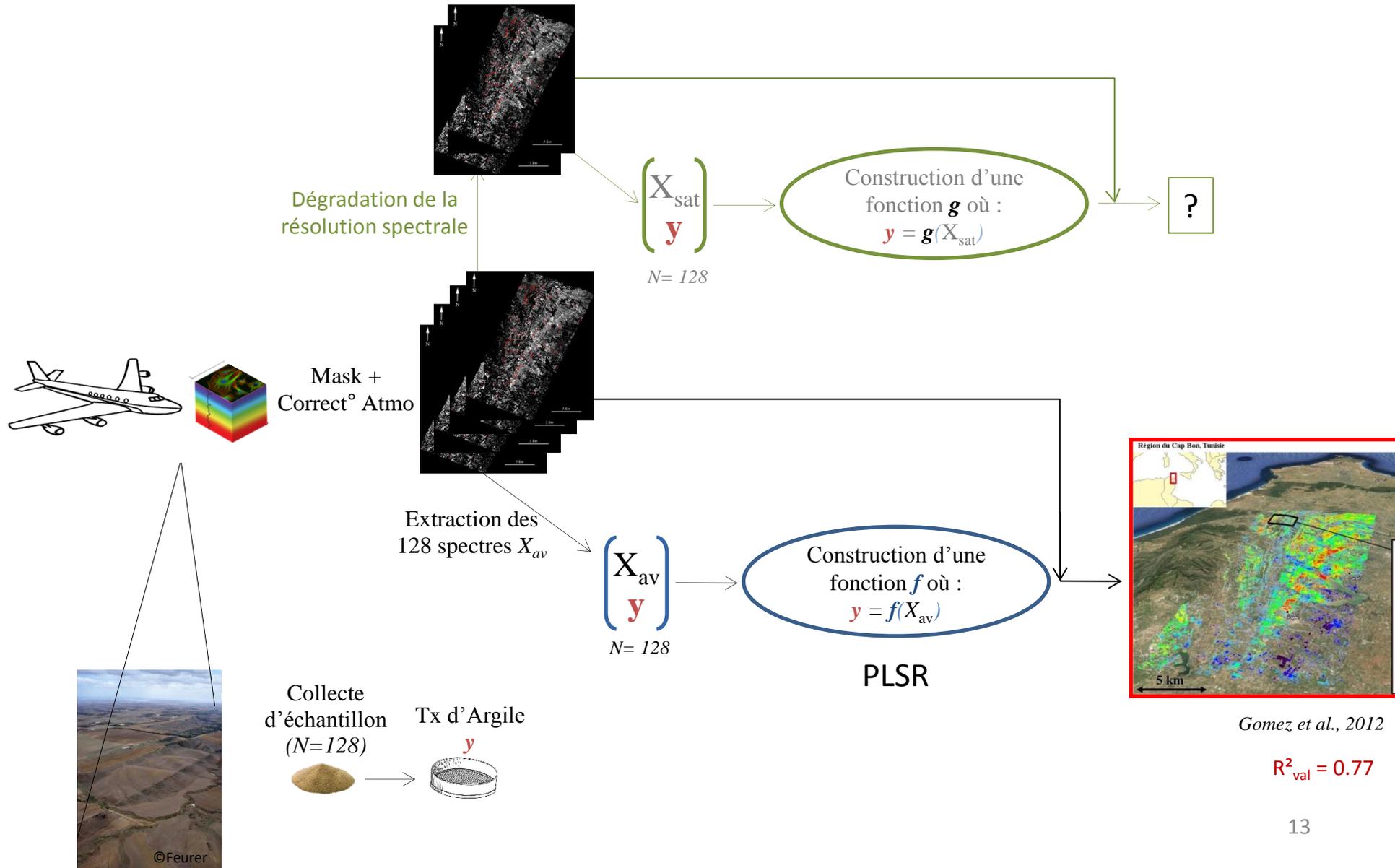
$R^2_{val} = 0.77$



Collecte
d'échantillon
($N=128$)



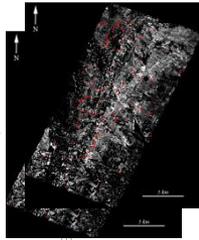
Méthodologie



Méthodologie

Capteurs à Résolution Régulière
Capteurs à Résolution Irrégulière

Dégradation de la
résolution spectrale



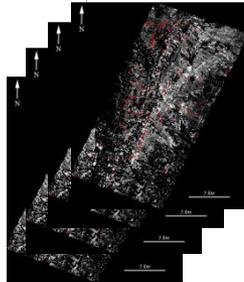
$$\begin{pmatrix} X_{\text{sat}} \\ y \end{pmatrix}$$

$N = 128$

Construction d'une
fonction g où :
 $y = g(X_{\text{sat}})$



Mask +
Correct° Atmo



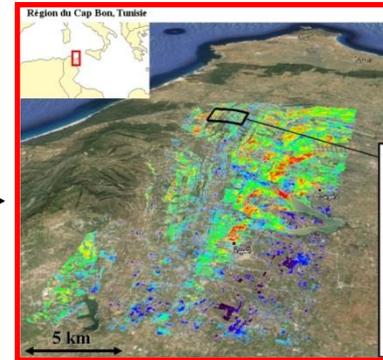
Extraction des
128 spectres X_{av}

$$\begin{pmatrix} X_{\text{av}} \\ y \end{pmatrix}$$

$N = 128$

Construction d'une
fonction f où :
 $y = f(X_{\text{av}})$

PLSR



Gomez et al., 2012

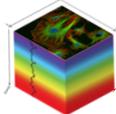
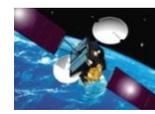
$R^2_{\text{val}} = 0.77$

Collecte
d'échantillon
($N=128$)

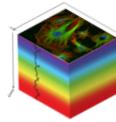
Tx d'Argile
 y



Simulation des données

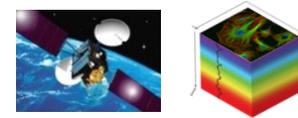


Dégradation de la
résolution spectrale



Configuration	FWHM VNIR [nm]	FWHM SWIR [nm]	Nbr bandes
AISA-DUAL	4.68	6.28	247

Simulation des données

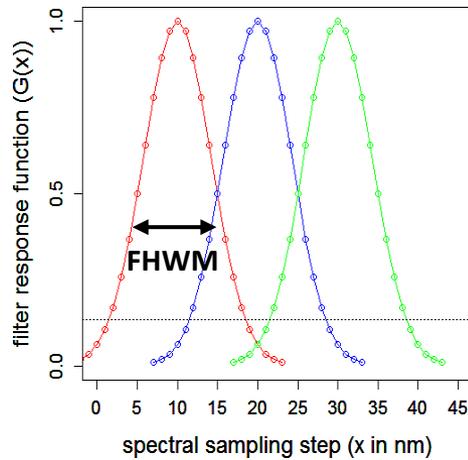


Dégradation de la résolution spectrale



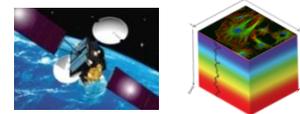
Capteurs à Résolution Régulière

Configuration	FWHM VNIR [nm]	FWHM SWIR [nm]	Nbr bandes
AISA-DUAL	4.68	6.28	247
~5/10 nm (EnMAP)	4.68	12.56	169
~10/10 nm (HYPXIM /HyspIRI / HYPERION)	9.36	12.56	123
~37/37 nm	37.44	37.68	36
~60/60 nm	60.84	62.8	21
~100/100 nm	98.28	100.48	12
~200/200 nm	201.24	200.96	4

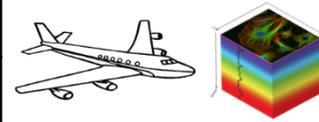


$$G(x) = e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{with} \quad \begin{cases} x_0 = 0 \\ \sigma = \frac{FWHM}{2\sqrt{2 \cdot \log(2)}} \end{cases}$$

Simulation des données



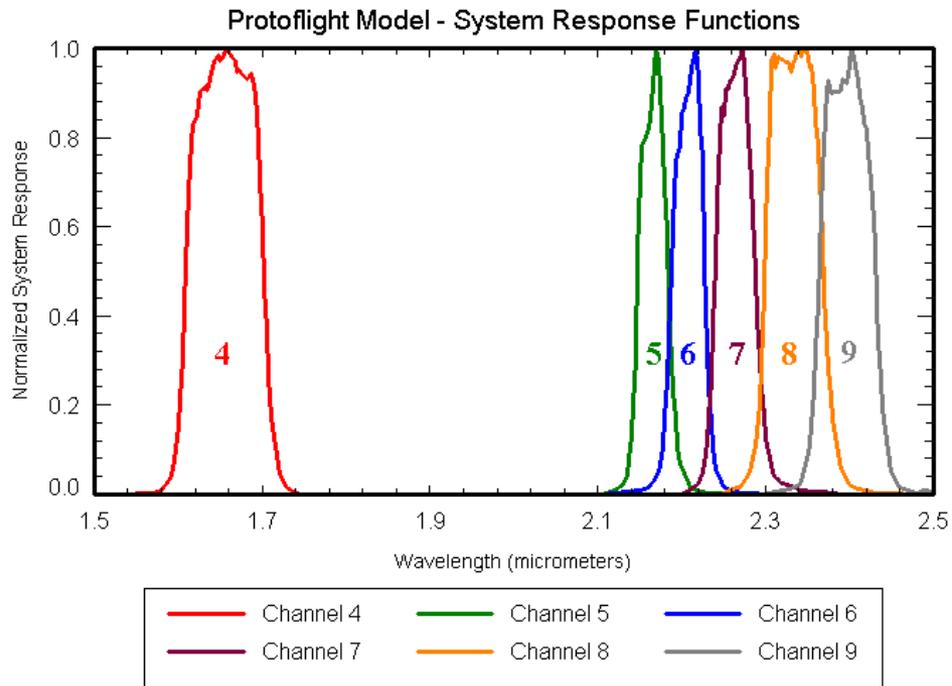
Dégradation de la résolution spectrale



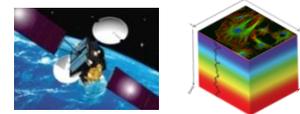
Capteurs à Résolution Régulière

Capteurs à Résolution Irrégulière

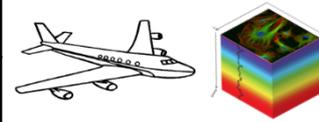
Configuration	FWHM VNIR [nm]	FWHM SWIR [nm]	Nbr bandes
AISA-DUAL	4.68	6.28	247
~5/10 nm (EnMAP)	4.68	12.56	169
~10/10 nm (HYPXIM /HyspIRI / HYPERION)	9.36	12.56	123
~37/37 nm	37.44	37.68	36
~60/60 nm	60.84	62.8	21
~100/100 nm	98.28	100.48	12
~200/200 nm	201.24	200.96	4
Sentinel-2	[15 – 115]	[90-180]	11
ASTER	[60 – 100]	[40 – 100]	9
Landsat-8	[28 – 60]	[84 – 187]	6
Landsat-7	[60 - 150]	[200-260]	6



Simulation des données



Dégradation de la résolution spectrale



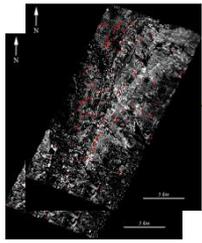
Capteurs à Résolution Régulière

Capteurs à Résolution Irrégulière

Configuration	FWHM VNIR [nm]	FWHM SWIR [nm]	Nbr bandes
AISA-DUAL	4.68	6.28	247 H
~5/10 nm (EnMAP)	4.68	12.56	169 H
~10/10 nm (HYPXIM /HypIRI / HYPERION)	9.36	12.56	123 H
~37/37 nm	37.44	37.68	36 S
~60/60 nm	60.84	62.8	21 S
~100/100 nm	98.28	100.48	12 S
~200/200 nm	201.24	200.96	4 M
Sentinel-2	[15 – 115]	[90-180]	11 M
ASTER	[60 – 100]	[40 – 100]	9 M
Landsat-8	[28 – 60]	[84 – 187]	6 M
Landsat-7	[60 - 150]	[200-260]	6 M

Résultats principaux

Capteurs à
Résolution
Régulière

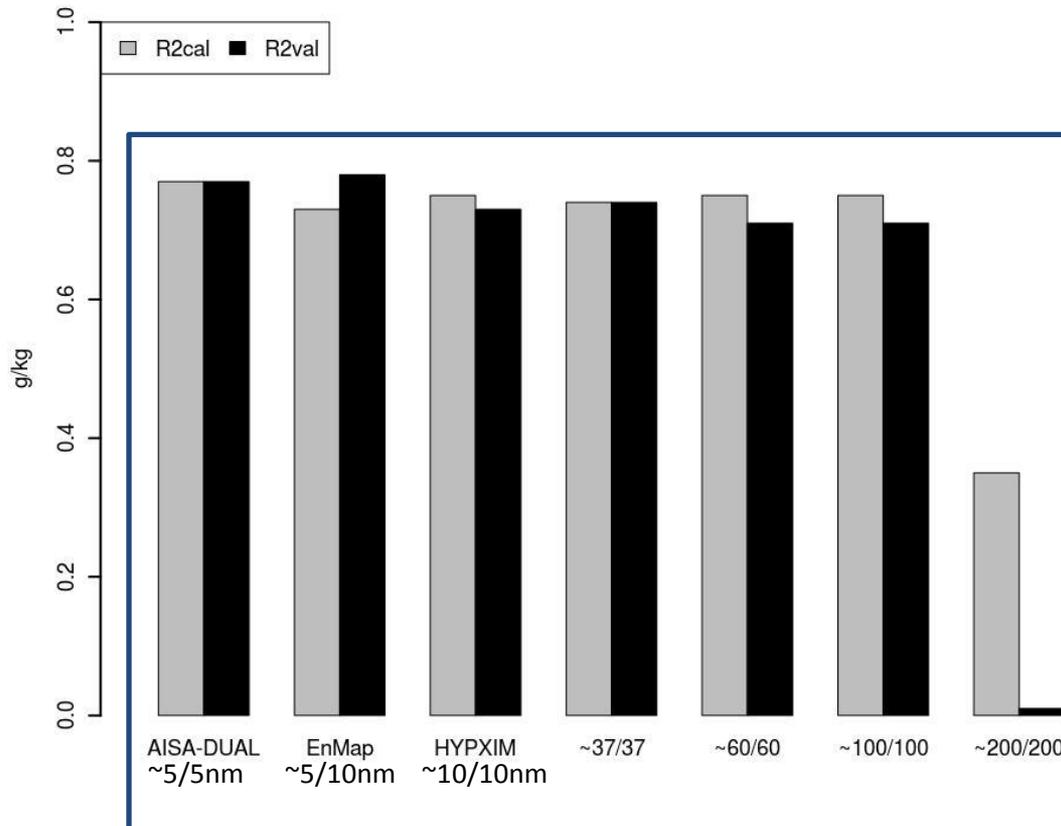


$\begin{pmatrix} X_{\text{sat}} \\ \mathbf{y} \end{pmatrix}$

$N = 128$

Construction d'une
fonction \mathbf{g} où :
 $\mathbf{y} = \mathbf{g}(X_{\text{sat}})$

?

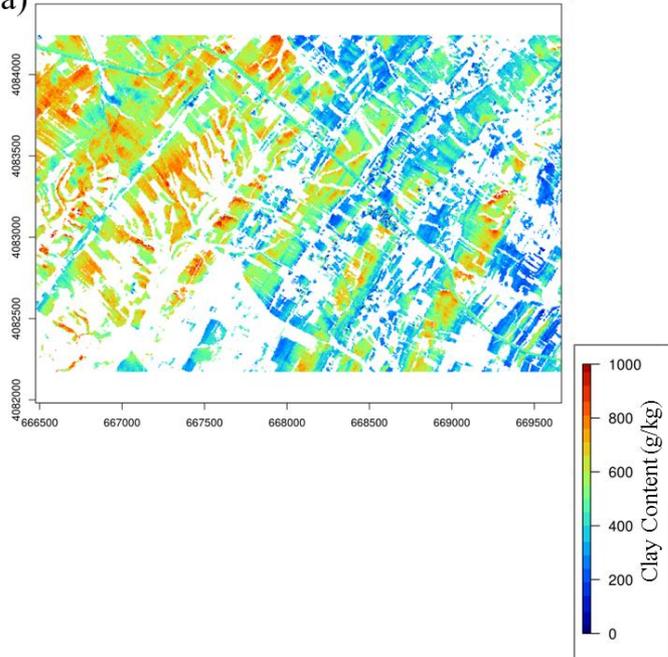


Résultats principaux

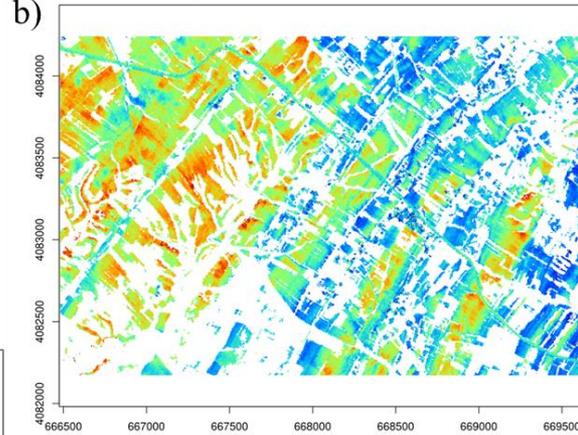
Capteurs à
Résolution
Régulière

EnMap

a) Predicted clay from AISA-DUAL spectra



b) Predicted clay from degraded resolution at 5/10 nm

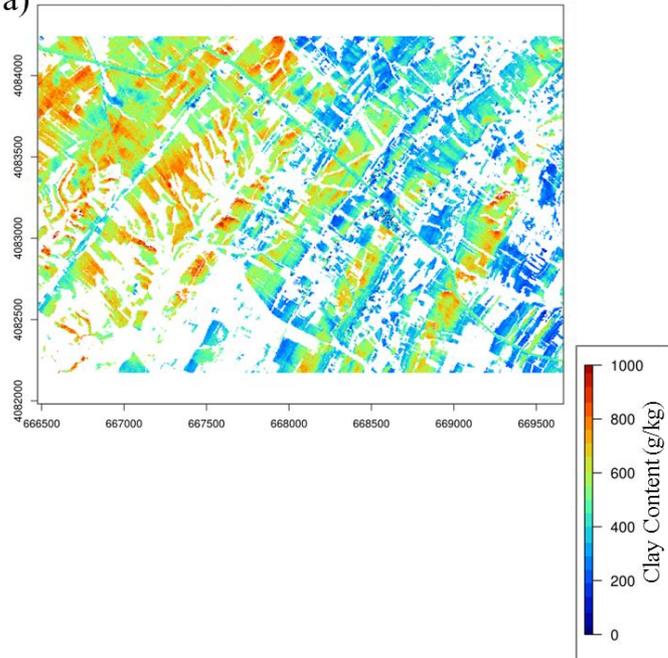


Résultats principaux

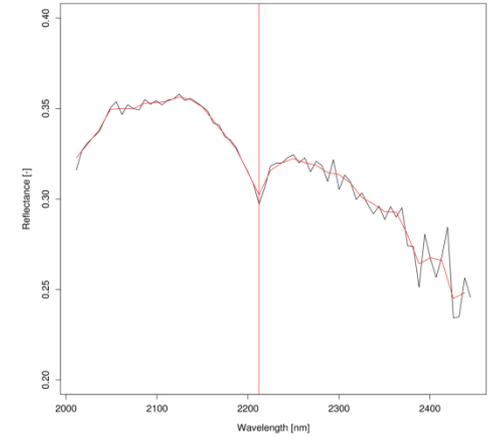
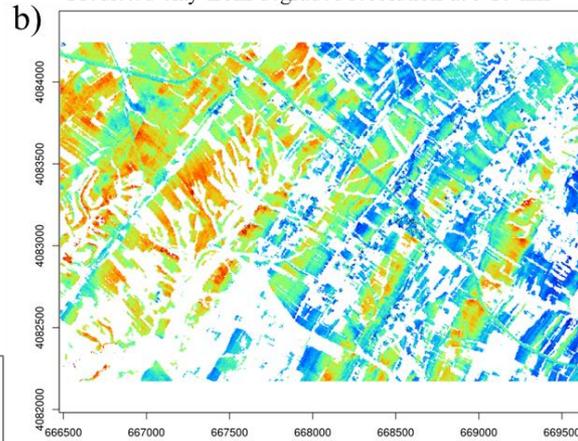
Capteurs à
Résolution
Régulière

EnMap

a) Predicted clay from AISA-DUAL spectra



b) Predicted clay from degraded resolution at 5/10 nm

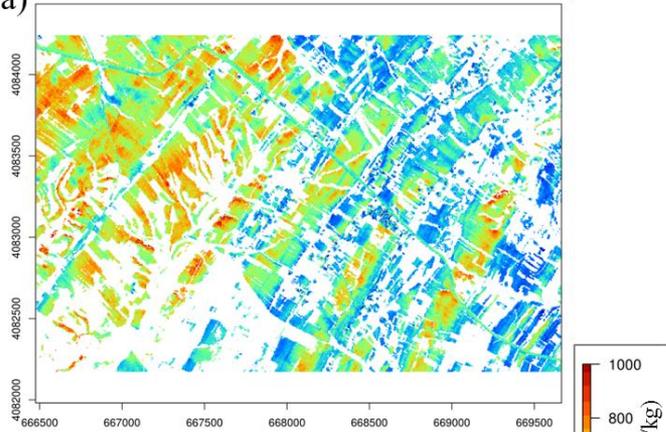


Résultats principaux

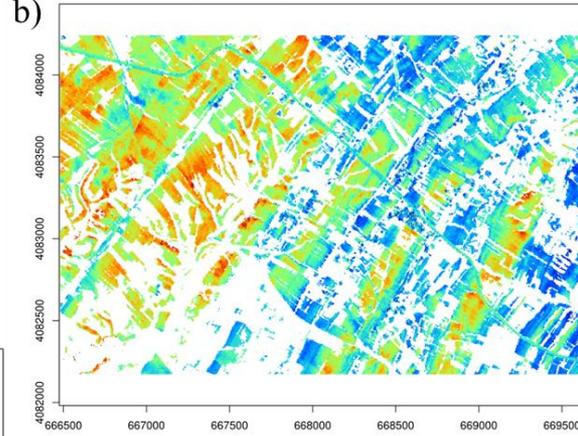
Capteurs à
Résolution
Régulière

EnMap

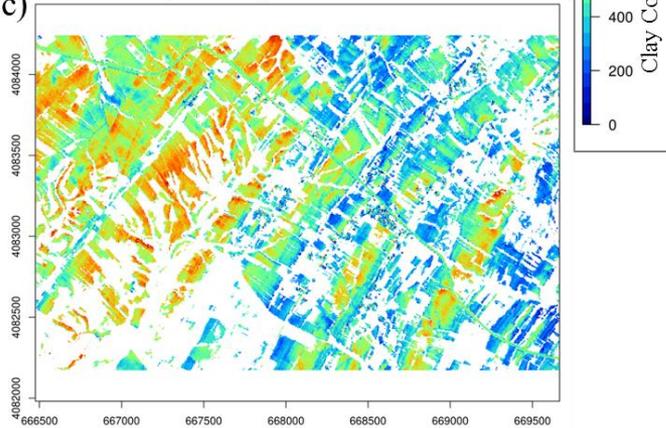
a) Predicted clay from AISA-DUAL spectra



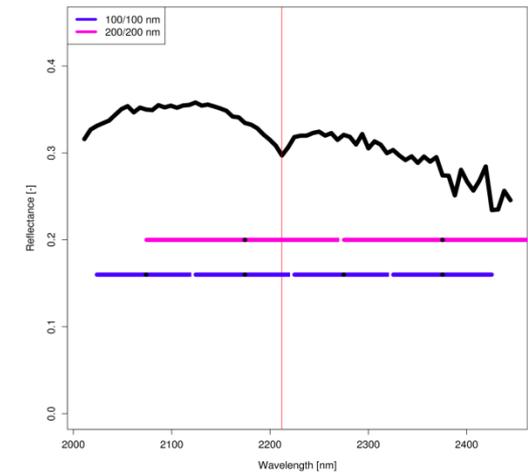
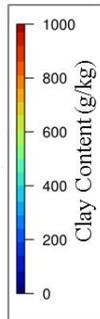
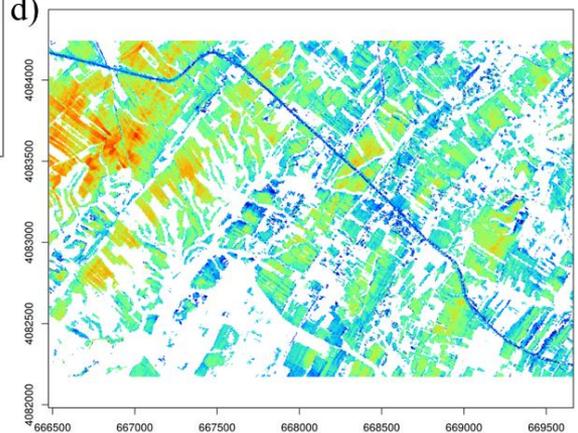
b) Predicted clay from degraded resolution at 5/10 nm



c) Predicted clay from degraded resolution at 100/100 nm

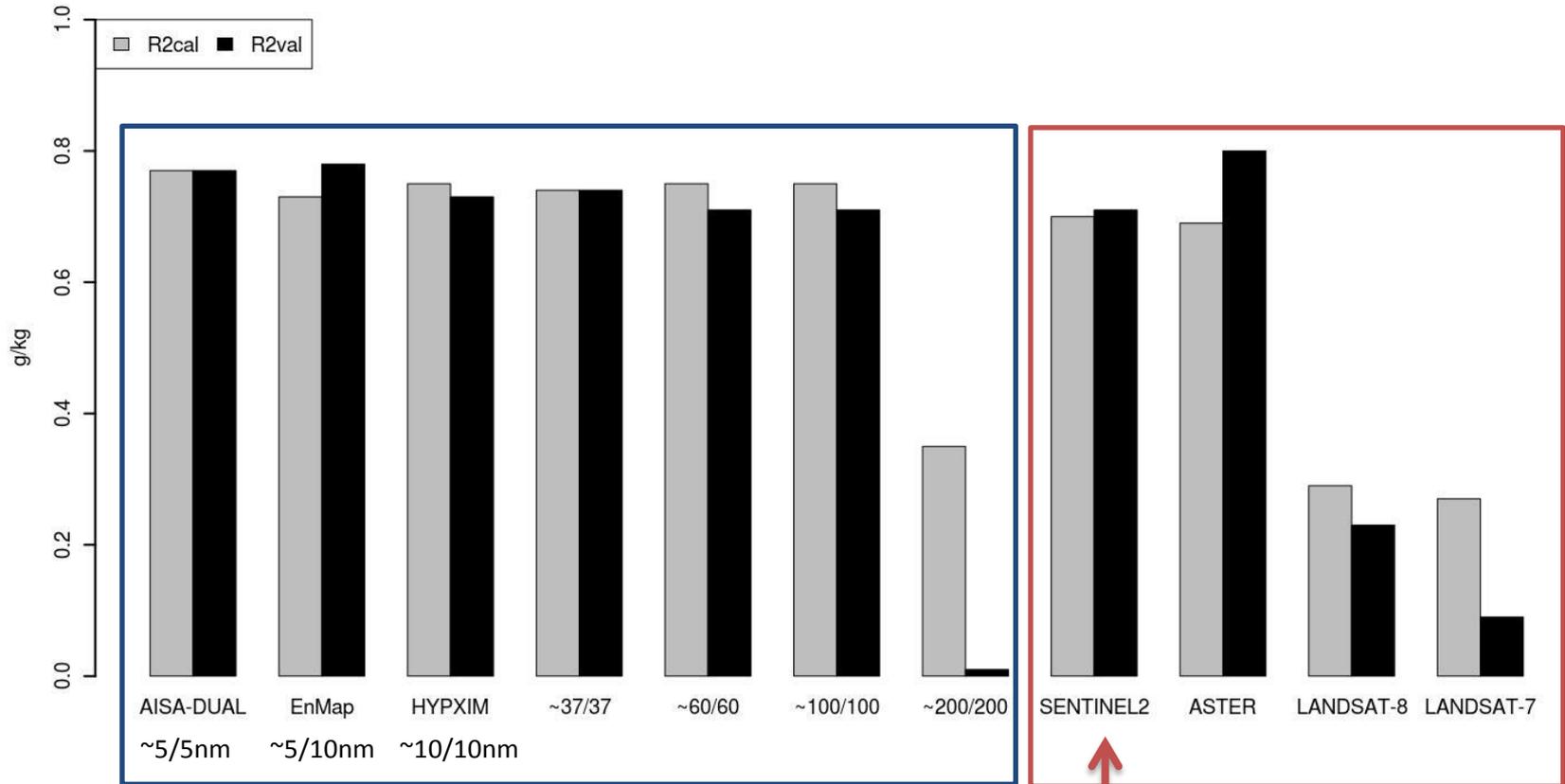


d) Predicted clay from degraded resolution at 200/200 nm



Résultats principaux

Capteurs à
Résolution
Irrégulière

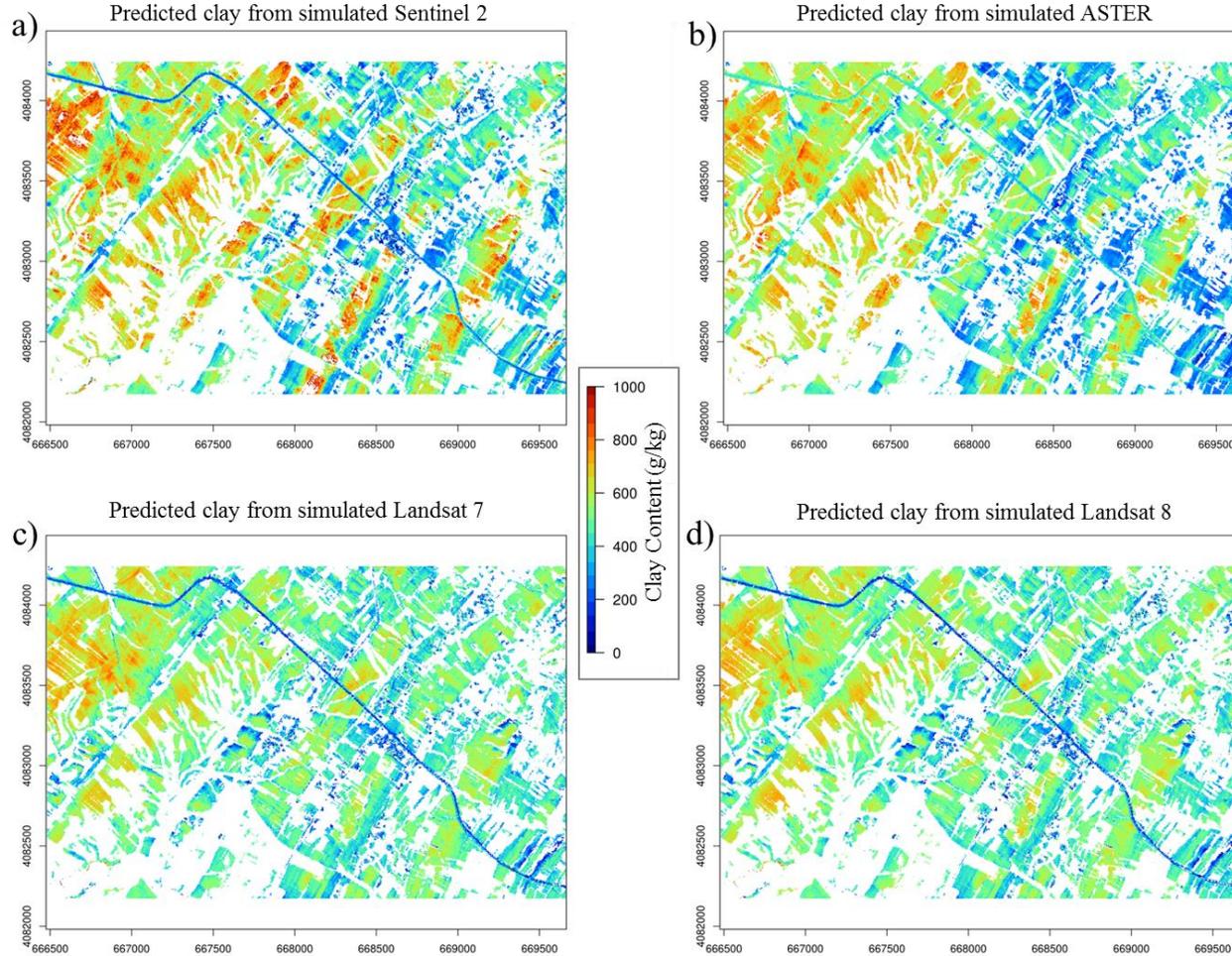


Overfitting du modèle

Résultats principaux

Capteurs à
Résolution
Irrégulière

Overfitting du modèle

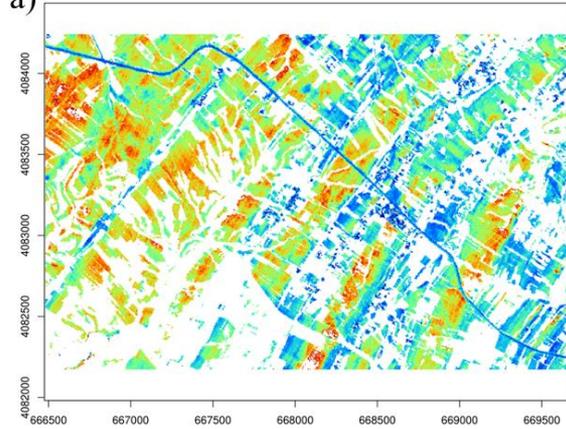


Résultats principaux

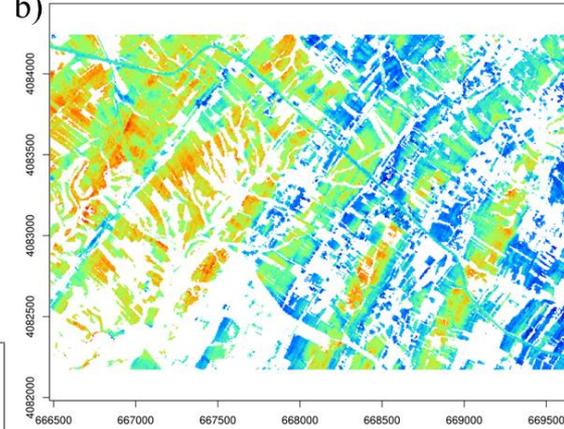
Capteurs à
Résolution
Irrégulière

Overfitting du modèle

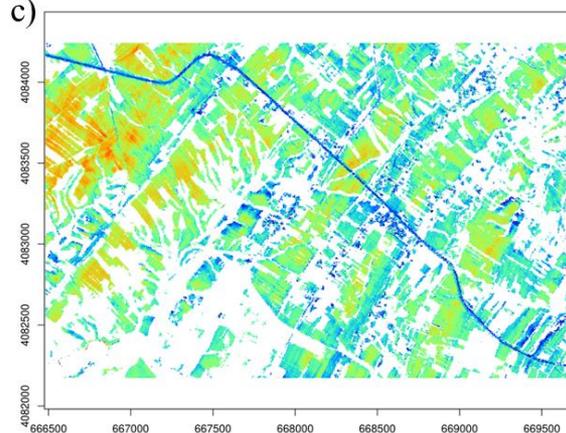
a) Predicted clay from simulated Sentinel 2



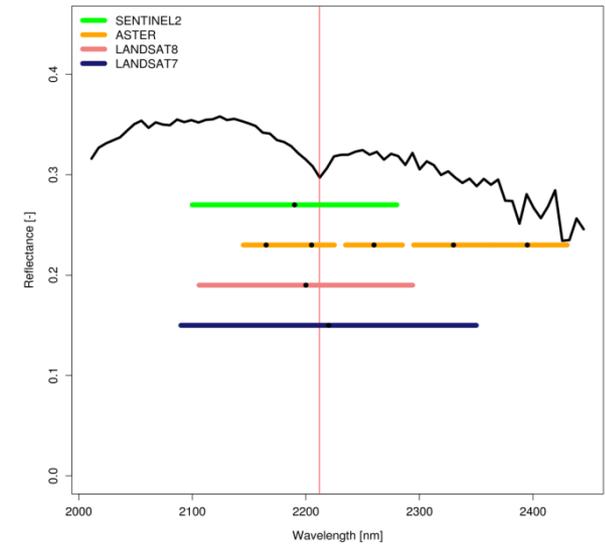
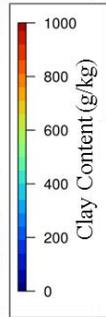
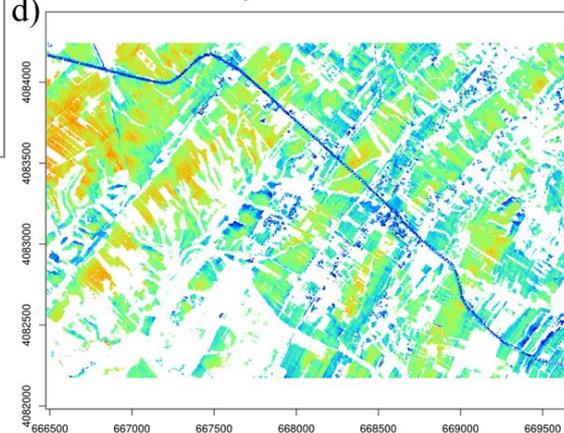
b) Predicted clay from simulated ASTER



c) Predicted clay from simulated Landsat 7



d) Predicted clay from simulated Landsat 8



Conclusions

- Nécessité d'une résolution spectrale intégrant la bande d'absorption spécifique à la propriété physico-chimique étudiée

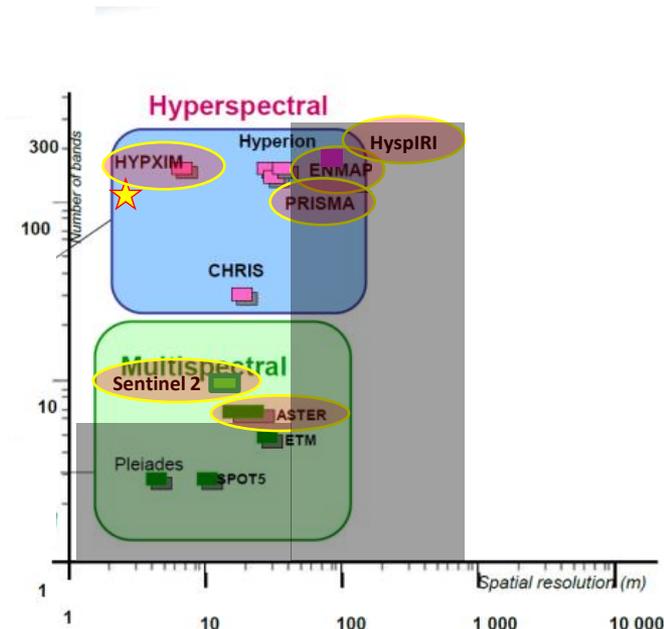
Bande d'absorption centrée à 2200 nm caractéristique des liens d'ions OH^- , pour estimer l'argile.

=> Bande d'absorption centrée à 2340 nm caractéristique des ions CO_3^{+} , pour estimer le CaCO_3 ?

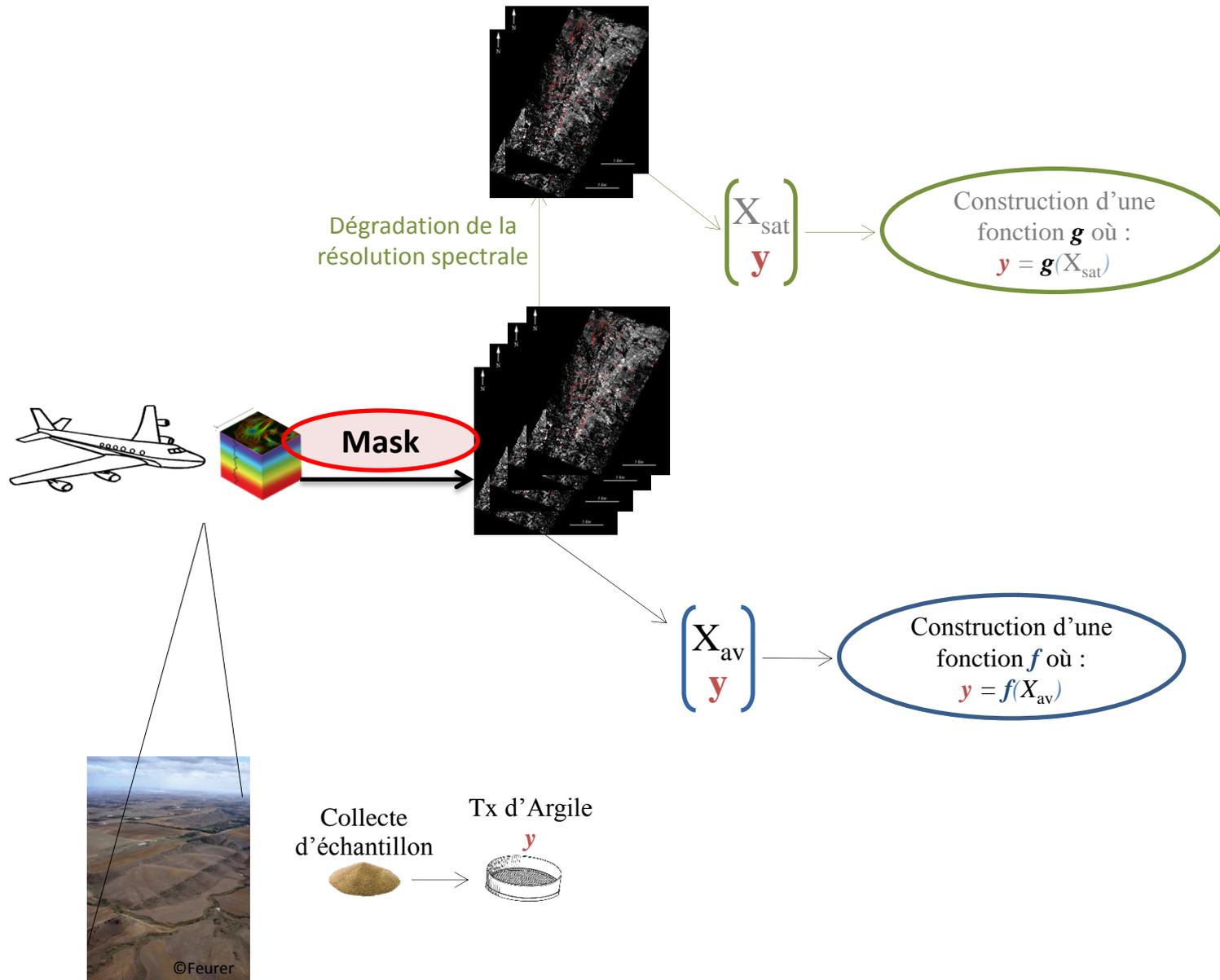
- Aucune perte de finesse des structures pedo tant que les modèles sont performants

Perspectives

- Etudier la sensibilité à la résolution spectrale & spatiale.
- Etendre l'étude à d'autres propriétés de sol et d'autres contextes pédologiques.

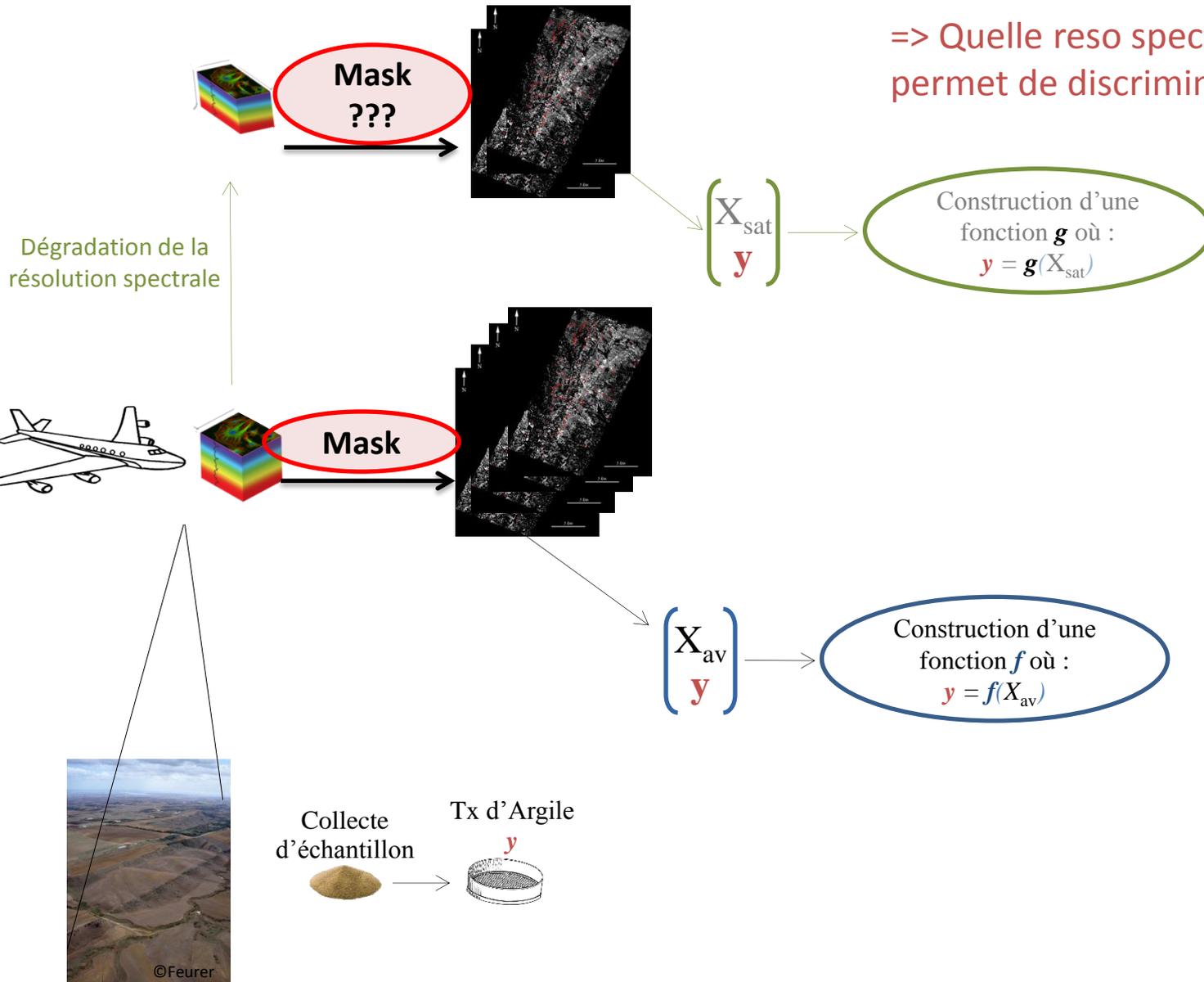


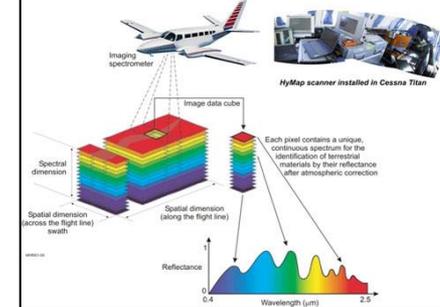
Le bémol final **b**



Le bémol final

=> Quelle reso spectrale minimale permet de discriminer la cellulose ?





Merci de votre attention

Cette recherche a été financé par :

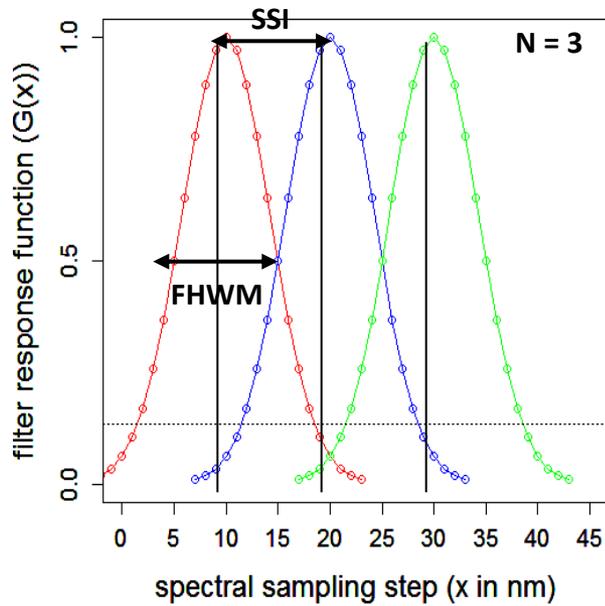
- TOSCA-CNES « MiHySpecSol» 2014-2015.
- ANR-Blanc DIGISOL-HYMED 2009-2012

Configuration	N	Central Wavelength (nm)	FWHM (nm)	N _{final}
SENTINEL-2	13	443(Coastal Aerosols)	20	11
		490	65	
		560	35	
		665	30	
		705	15	
		740	15	
		783	20	
		842	115	
		865	20	
		945	20	
		1375 (cirrus)	30	
		1610	90	
		2190	180	
ASTER	9	560	80	9
		660	60	
		810	100	
		1650	100	
		2165	40	
		2205	40	
		2260	50	
		2330	70	
		2395	70	
LANDSAT-8	8	443 (Coastal Aerosols)	16	6
		482	60	
		561	57	
		655	37	
		865	28	
		1609	84	
		2200	187	
		1363 (cirrus)	20	
LANDSAT-7	6	480	65	6
		565	80	
		660	60	
		825	150	
		1650	200	
		2220	260	

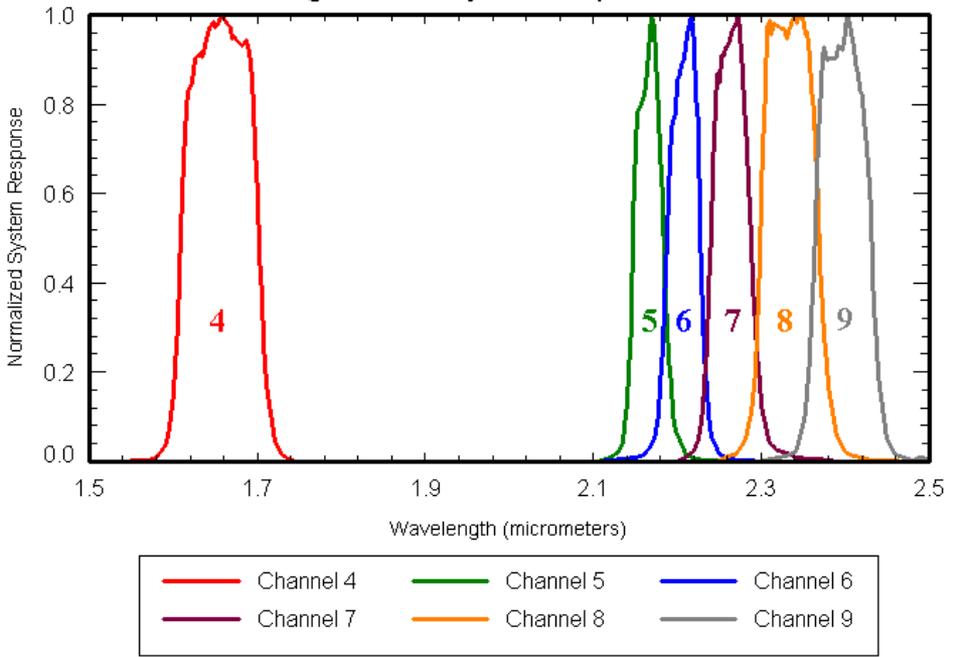
Spectral degradation

Spectral resampling: Use of centered Gaussian filters

$$G(x) = e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{with} \quad \begin{cases} x_0 = 0 \\ \sigma = \frac{FHWM}{2\sqrt{2\log(2)}} \end{cases}$$



Protoflight Model - System Response Functions



In-Band Band-Average Relative Spectral Response

