



# Synergie optique Radar pour la caractérisation des rendements des céréales dans la plaine de Kairouan.

Aicha Chahbi<sup>1,2</sup>, Echraf Shil<sup>2</sup>, Mehrez Zribi<sup>3</sup>, Zohra Lili-Chabaane<sup>2</sup>, Zeineb Kassouk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul

<sup>2</sup> LR17AGR01 (GREEN-TEAM-TEAM), Institut National Agronomique de Tunis Université de Carthage

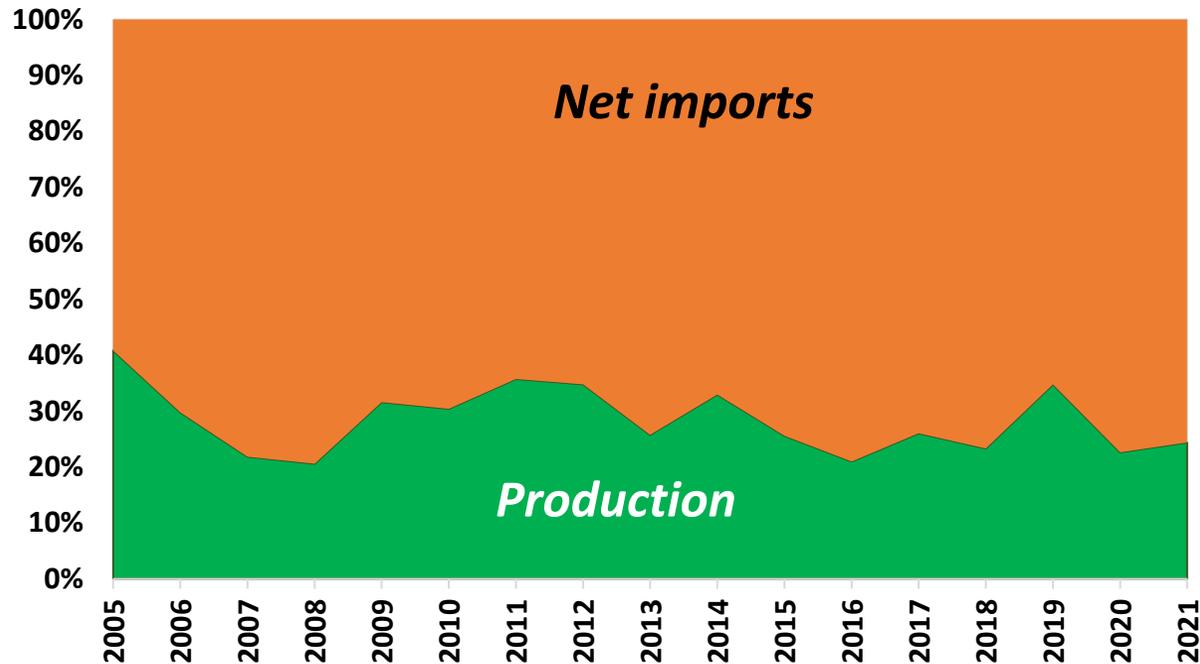
<sup>3</sup> CESBIO (CNRS/IRD/UPS/CNES)



Date: 05 Juillet 2022

# Problématique & contexte

% Production and import of cereals in Tunisia



Source: Office des Céréales <https://www.oc.com.tn/>

- En Tunisie, les céréales sont parmi les principaux produits alimentaires importés.
- Pour la Tunisie, les importations nettes de céréales entre 2005-2021 se sont élevées en moyenne à **72%** de la consommation annuelle (Office des céréales, 2022).
- Pendant l'année 2020, les importations sont de **48,9%** dont le blé précisément est le majeur en occupant **32,3%**.

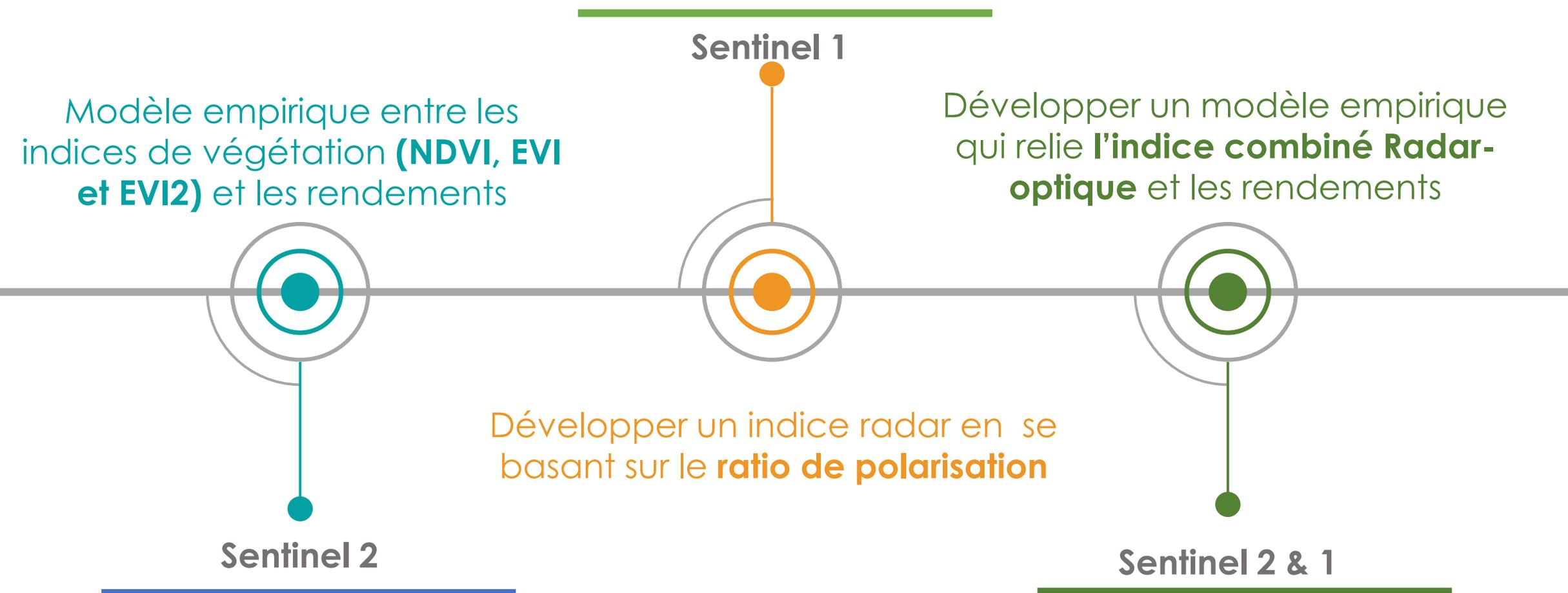


Une production exceptionnelle de l'année agricole **2018-2019**



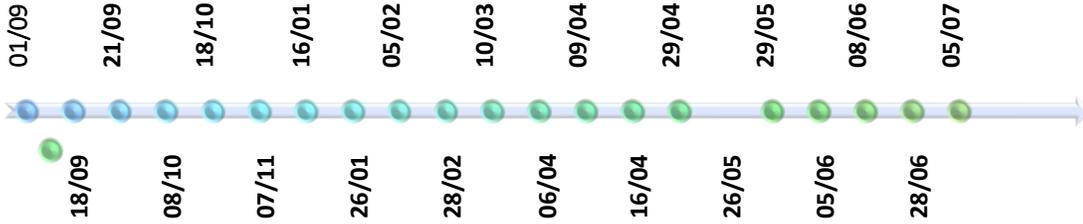
# Les objectifs

Développer des méthodes pertinentes d'estimation précoce du rendement des céréales en se basant sur des données **optiques**, des données **Radar** voire la **combinaison** entre ces derniers dans un milieu semi-aride et plus particulièrement dans la plaine de Kairouan au centre de la Tunisie.

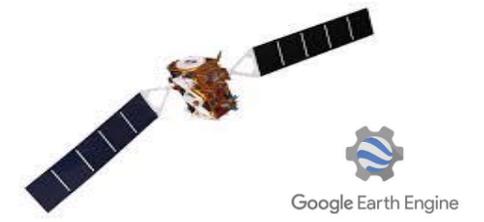
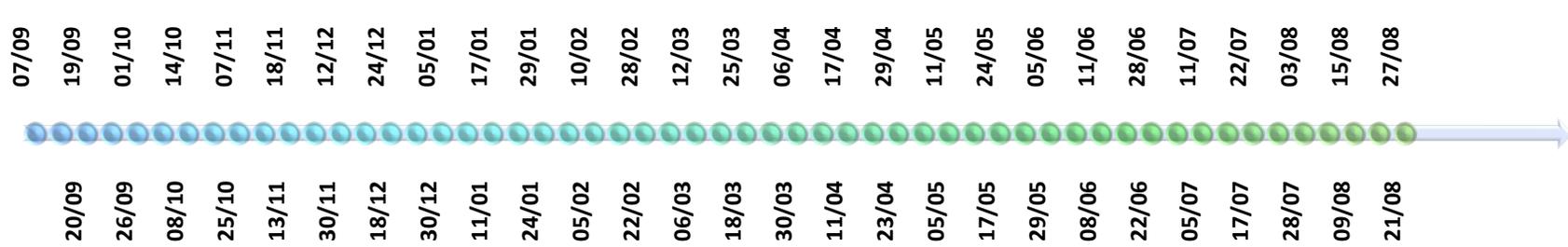


# Data base

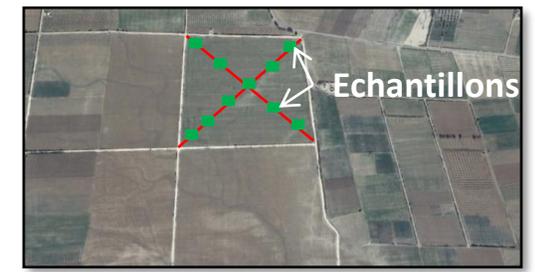
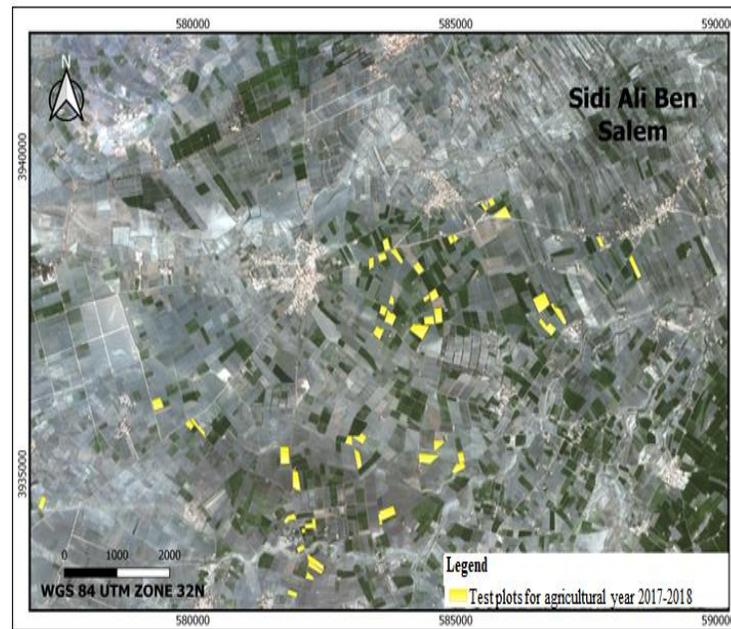
Sentinel 2



Sentinel 1



Parcelles test pour l'année agricole 2017-2018



Variété	Irrigué	Pluvial
Blé	39	2
Orge	9	3

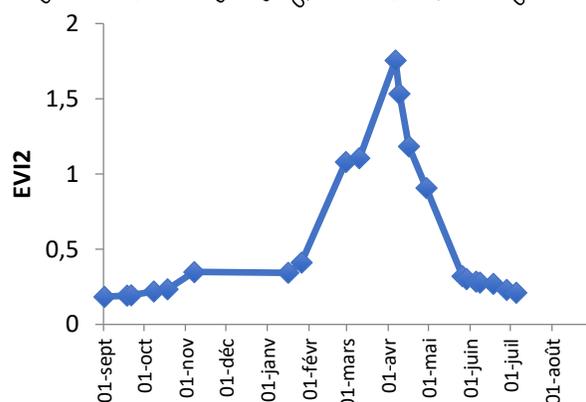
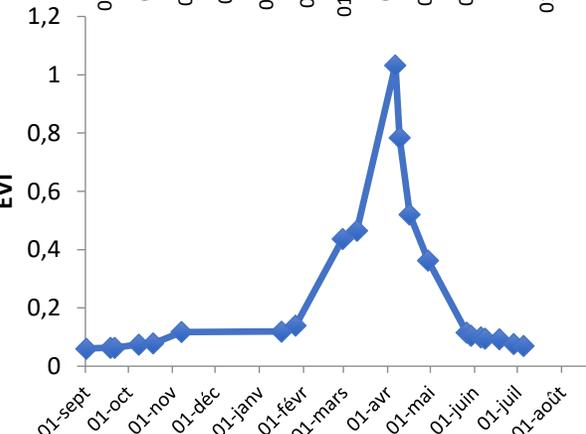
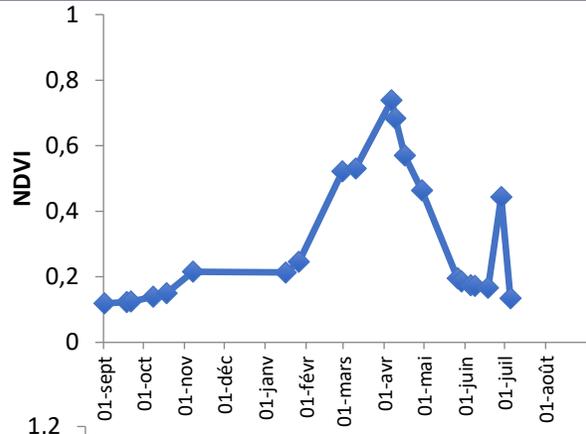
Variété		Rendement (qx/ha)		
		min	Max	Moy
Blé	graines	13.9	86.7	46.91
	pailles	11.77	78.95	42.44
Orge	graines	3.6	51.3	32.2
	pailles	6.37	64.2	34.71

ales

# La première approche : Modèle de régression empirique en utilisant les données Optiques

Distribution des mesures terrain:

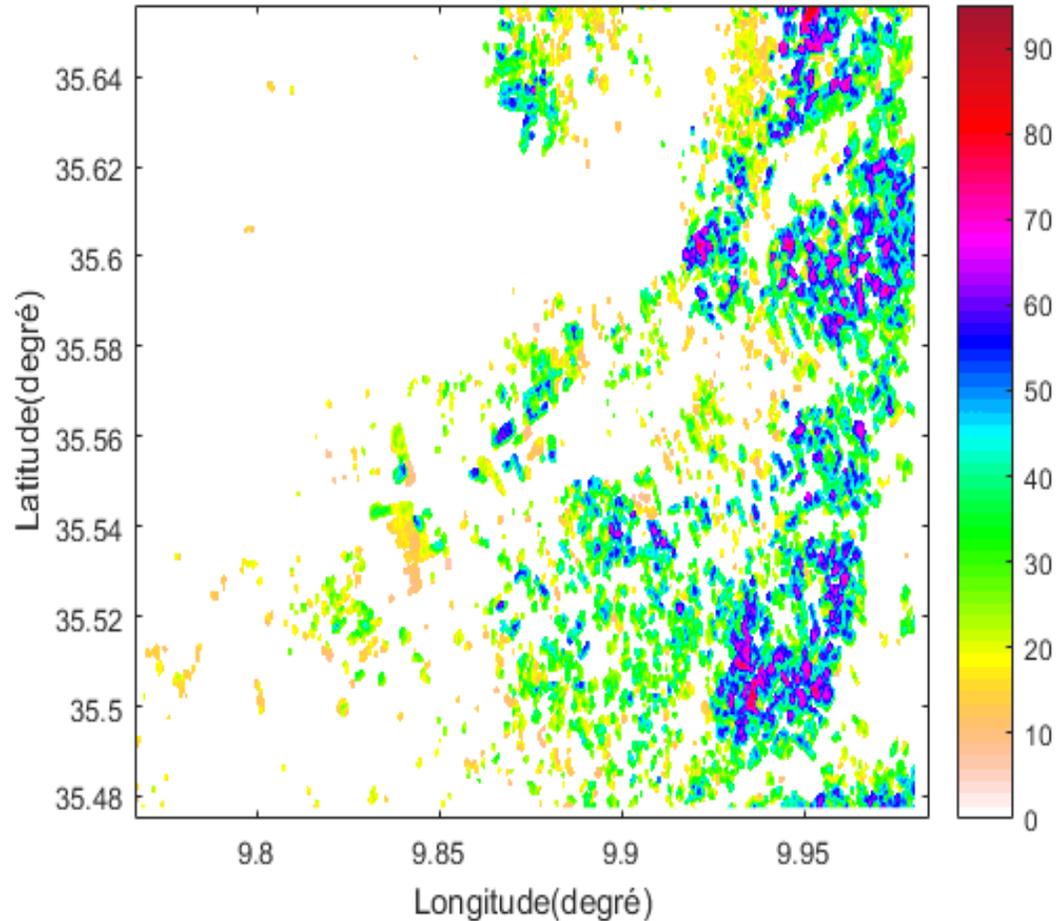
- La relation empirique: **26 parcelles**
- La validation: **27 parcelles**



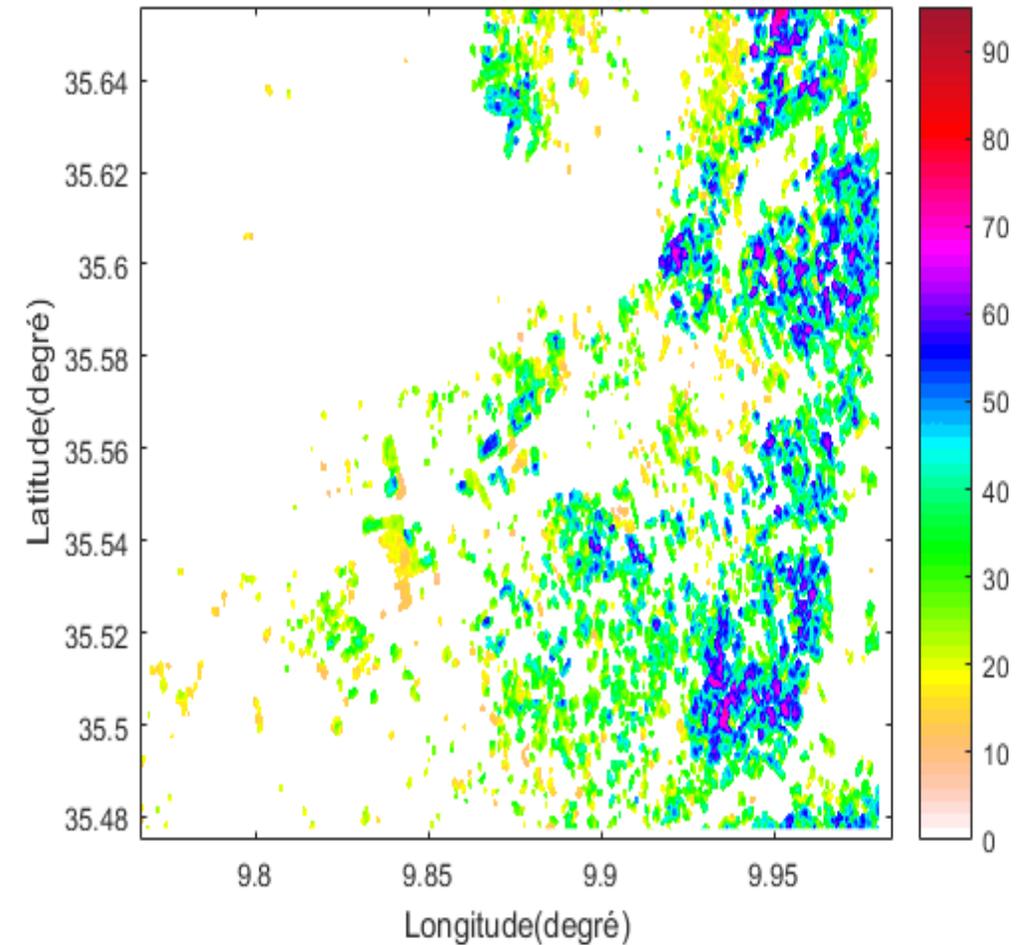
		NDVI	EVI2	EVI
<b>Rdt en Grain</b>	10/03/2018	Corrélation <b><u>0.69</u></b>	0.66	0.58
		RMSE quintals / ha <b>1.79</b>	1.98	2.17
	01/04/2018	Corrélation 0.78	0.76	0.68
		RMSE quintals / ha 3.76	1.84	4.60
<b>Rdt en paille</b>	10/03/2018	Corrélation <b><u>0.72</u></b>	0.70	0.62
		RMSE quintals / ha <b>1.22</b>	1.28	1.35
	01/04/2018	Corrélation 0.78	0.79	0.73
		RMSE quintals / ha 2.54	1.27	3.34

# La première approche : Modèle de régression empirique en utilisant les données Optiques

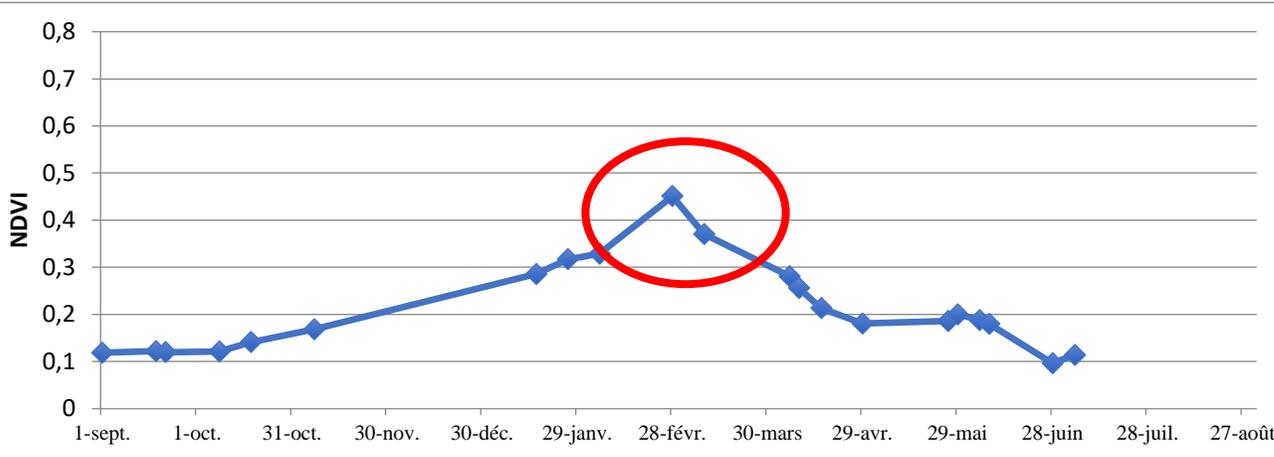
Cereal grain yield map produced by NDVI for the 2017-2018 agricultural year (quintals/ha)



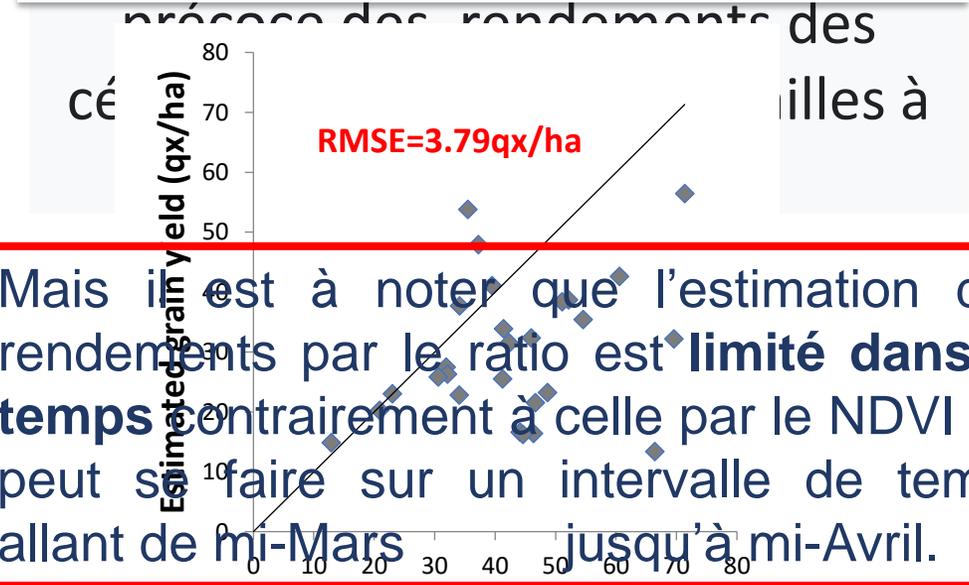
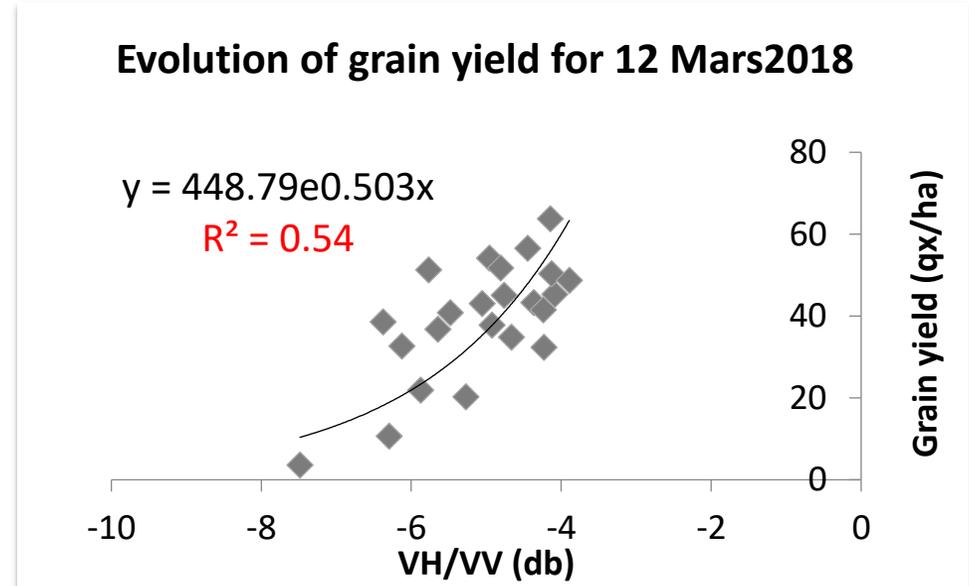
Cereal straw yield map produced by NDVI for the 2017-2018 agricultural year (quintals/ha)



# La 2<sup>ème</sup> approche : Modèle de régression empirique en utilisant les données Radar (VH/VV)



Évolution du ratio VH/VV et du NDVI pour une parcelle d'orge durant l'année agricole 2017-2018

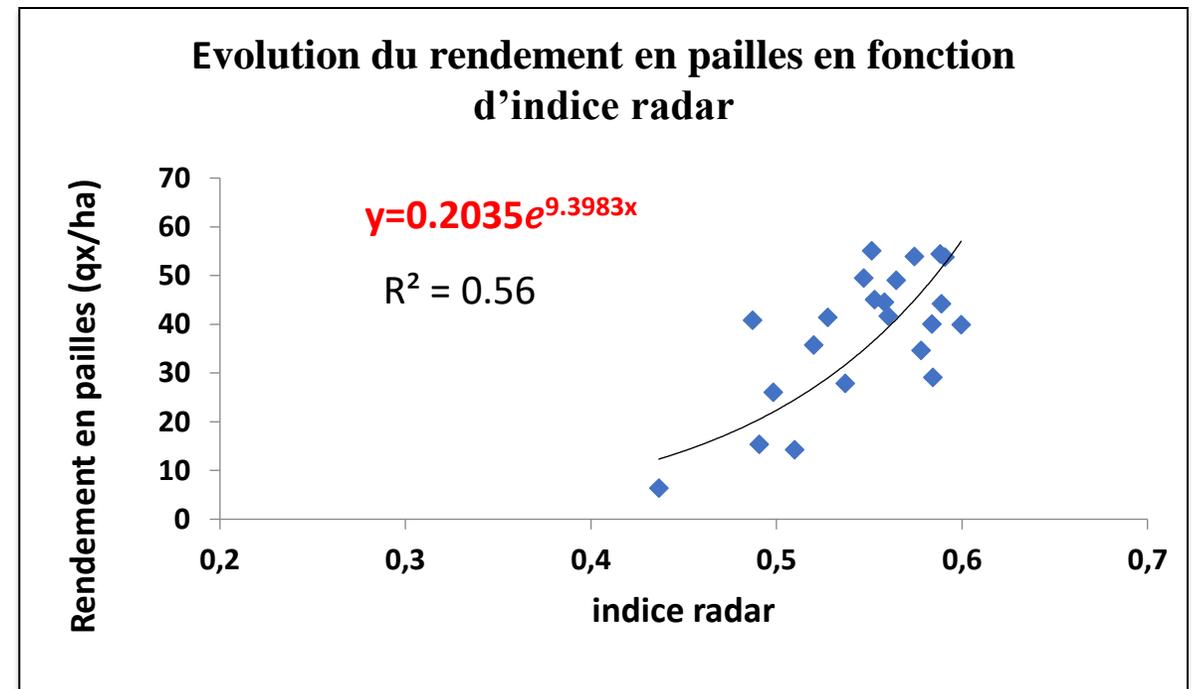
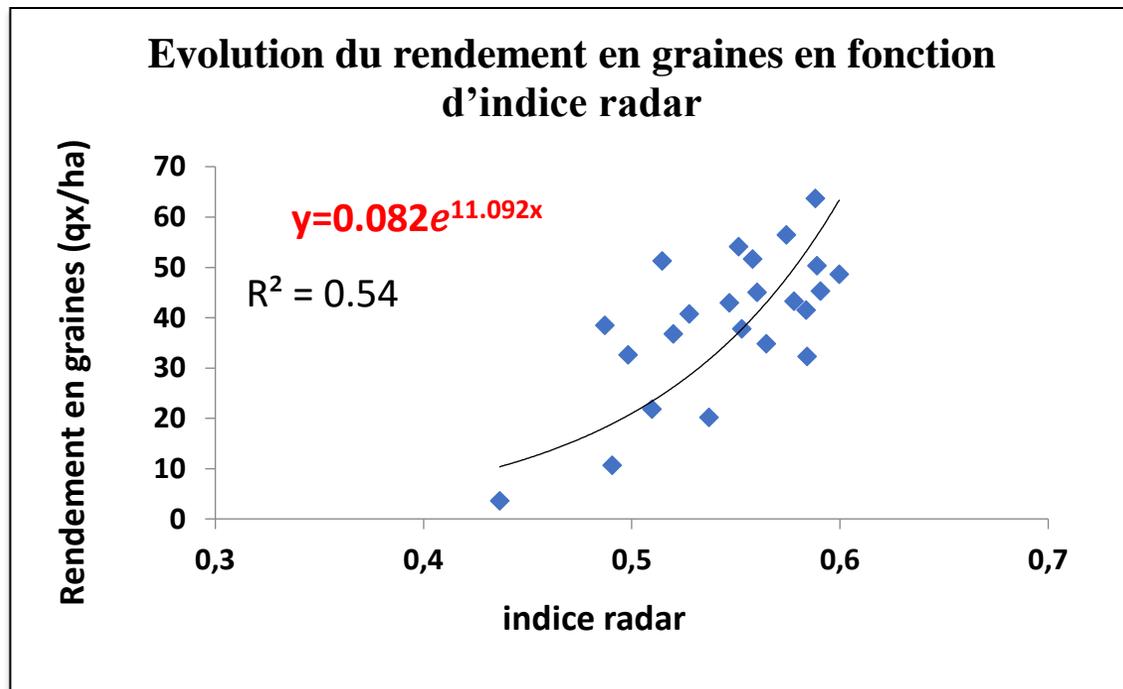


Mais il est à noter que l'estimation des rendements par le ratio est **limité dans le temps** contrairement à celle par le NDVI qui peut se faire sur un intervalle de temps allant de mi-Mars jusqu'à mi-Avril.

# La 2<sup>ème</sup> approche : Modèle de régression empirique en utilisant les données Radar (VH/VV)

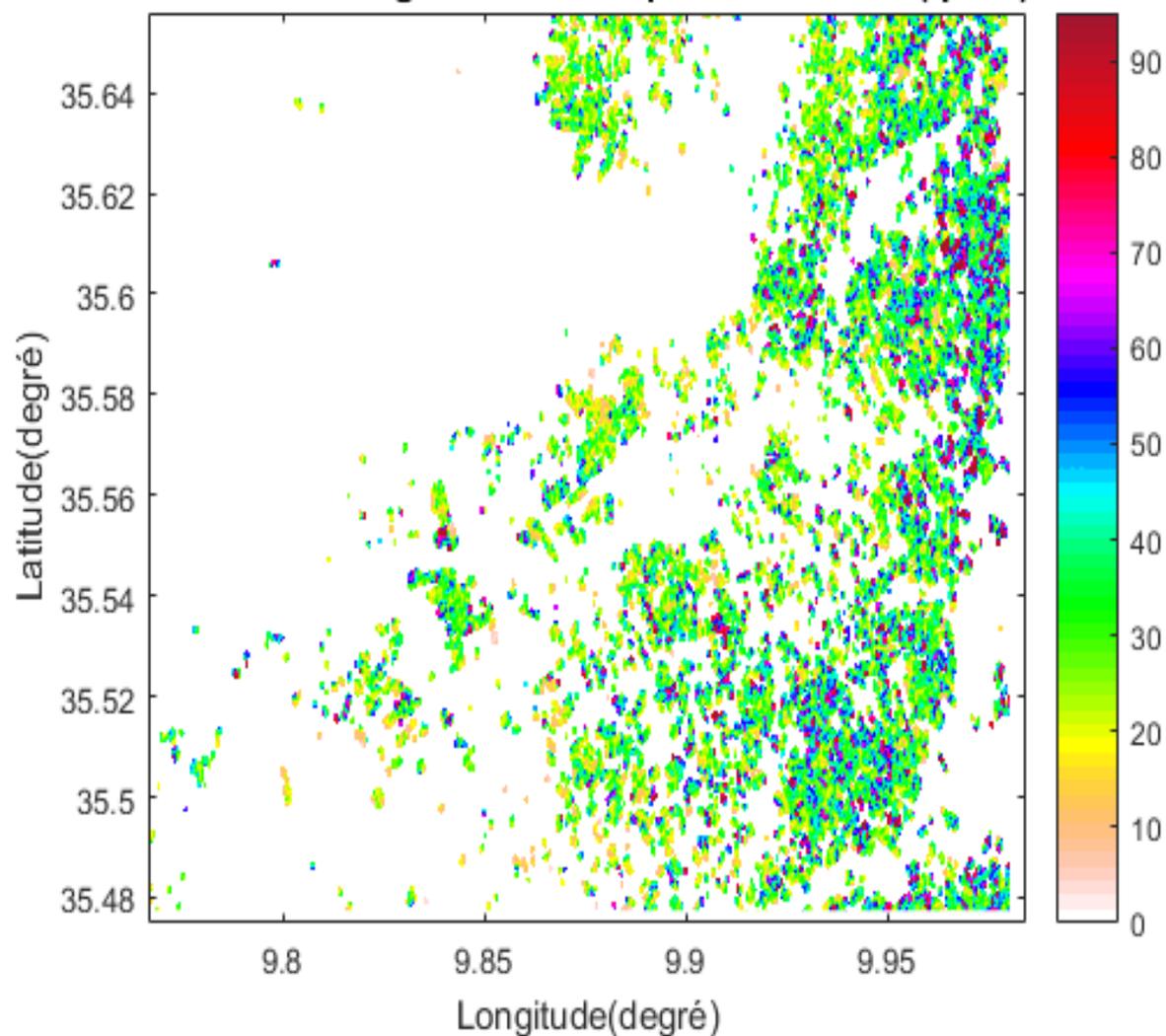
L'indice Radar  $I_r$  est calculé pour chaque parcelle à partir du ratio **VH/VV** de **12 Mars 2018**, selon l'équation suivante qui permet la normalisation des valeurs pour pouvoir interpréter :

$$I_r = \frac{\text{ratio } p - \text{ratio min}}{\text{ratio max} - \text{ratio min}} \quad ; \quad I_r \in [0, 1]$$

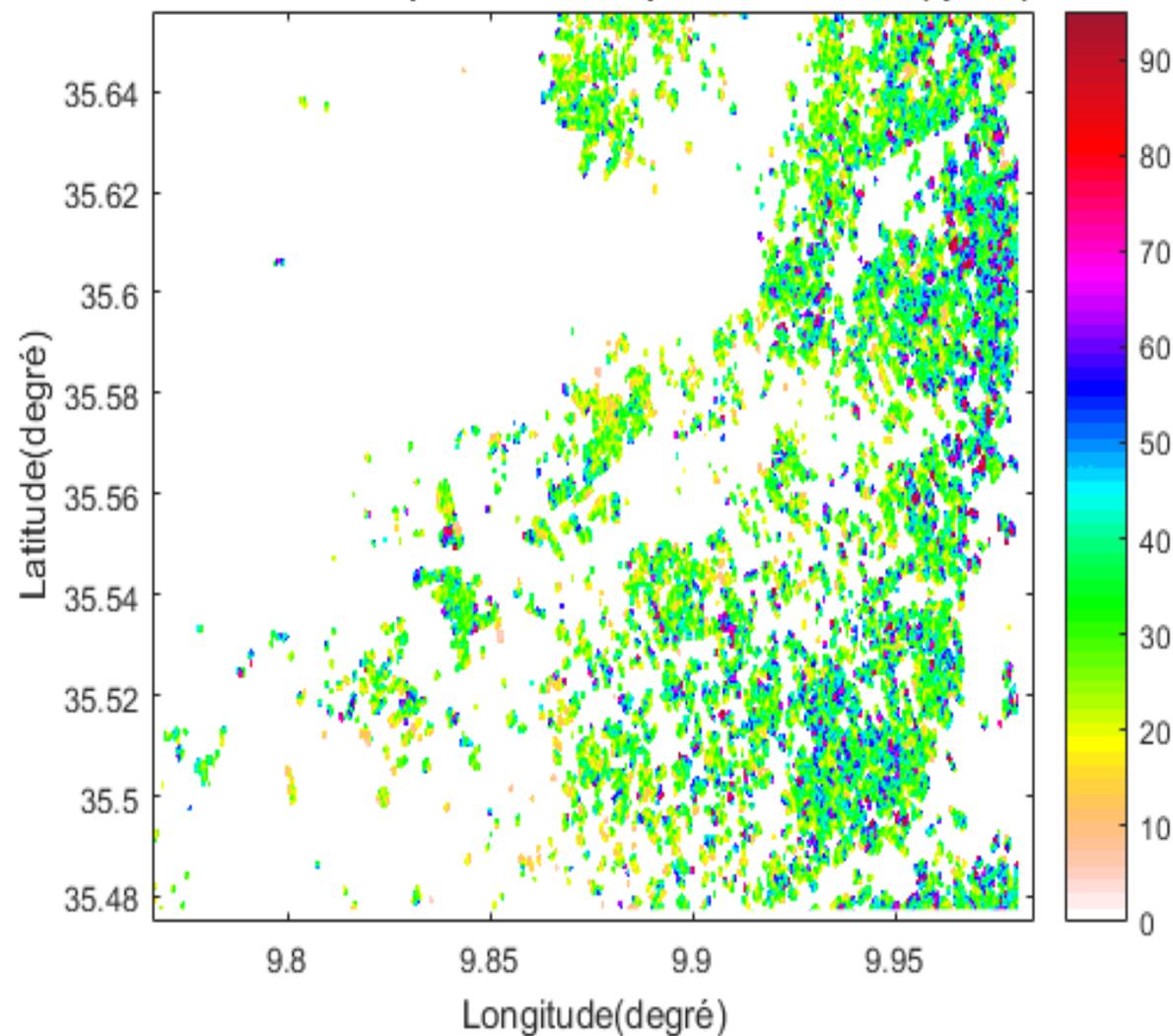


# La 2<sup>ème</sup> approche : Modèle de régression empirique en utilisant les données Radar (VH/VV)

Rendement en graines estimé par indice radar (qx/ha)



Rendement en pailles estimé par indice radar (qx/ha)



**Rendement en graines et en pailles estimés par indice radar**

# La 3<sup>ème</sup> approche: Synergie Optique-Radar

L'indice combiné radar optique  $I_{rc}$  est un indice mixte qui met en jeux l'indice radar  $I_r$  et un indice optique  $I_o$  (NDVI, EVI, EVI2) :

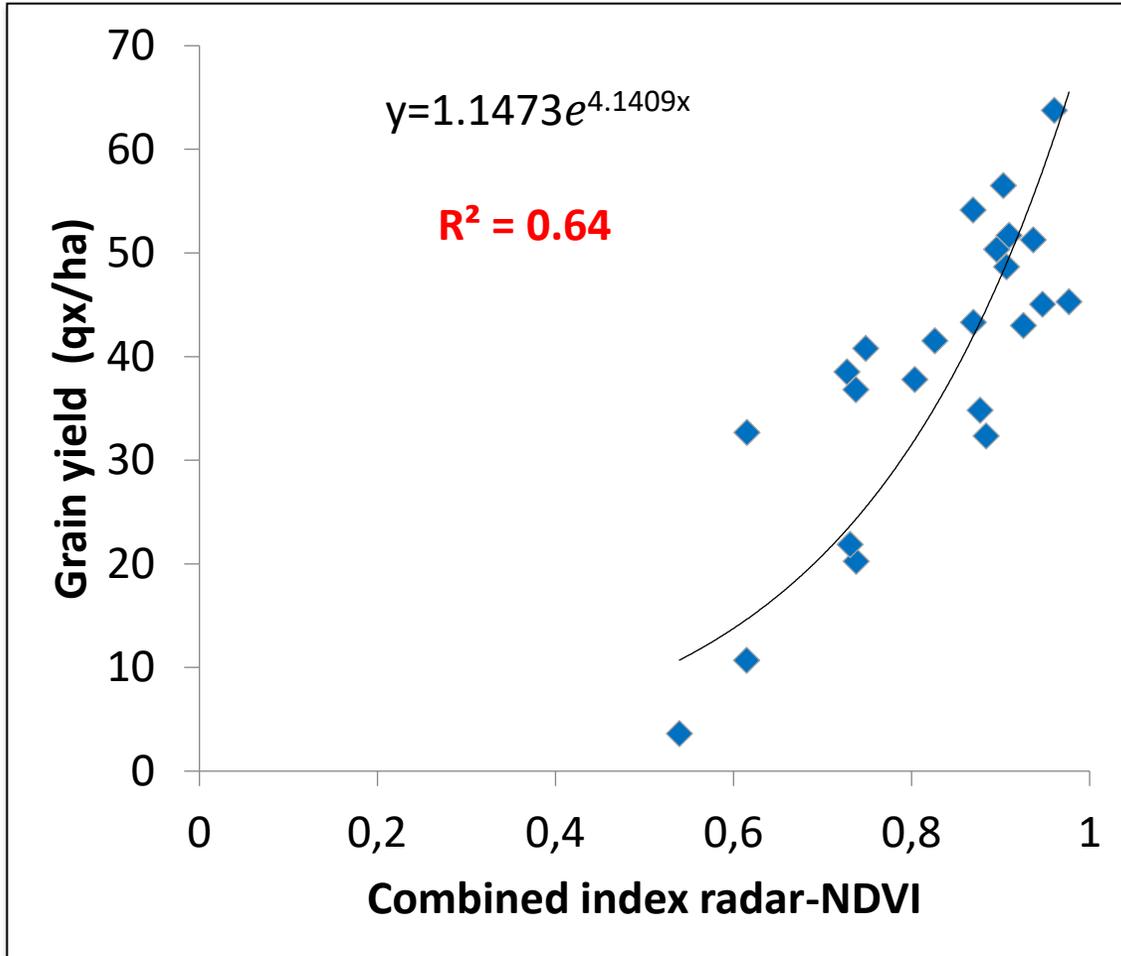
$$I_{rc} = \sqrt{I_r^2 + I_o^2}$$

		NDVI	EVI2	EVI
Rendement en Graines	Corrélation	0,64	0,61	0,54
	RMSE quintal/ ha	1,98	2,25	2,08
Rendement en pailles	Corrélation	0,64	0,65	0,59
	RMSE quintal/ ha	1,32	1,37	1,58

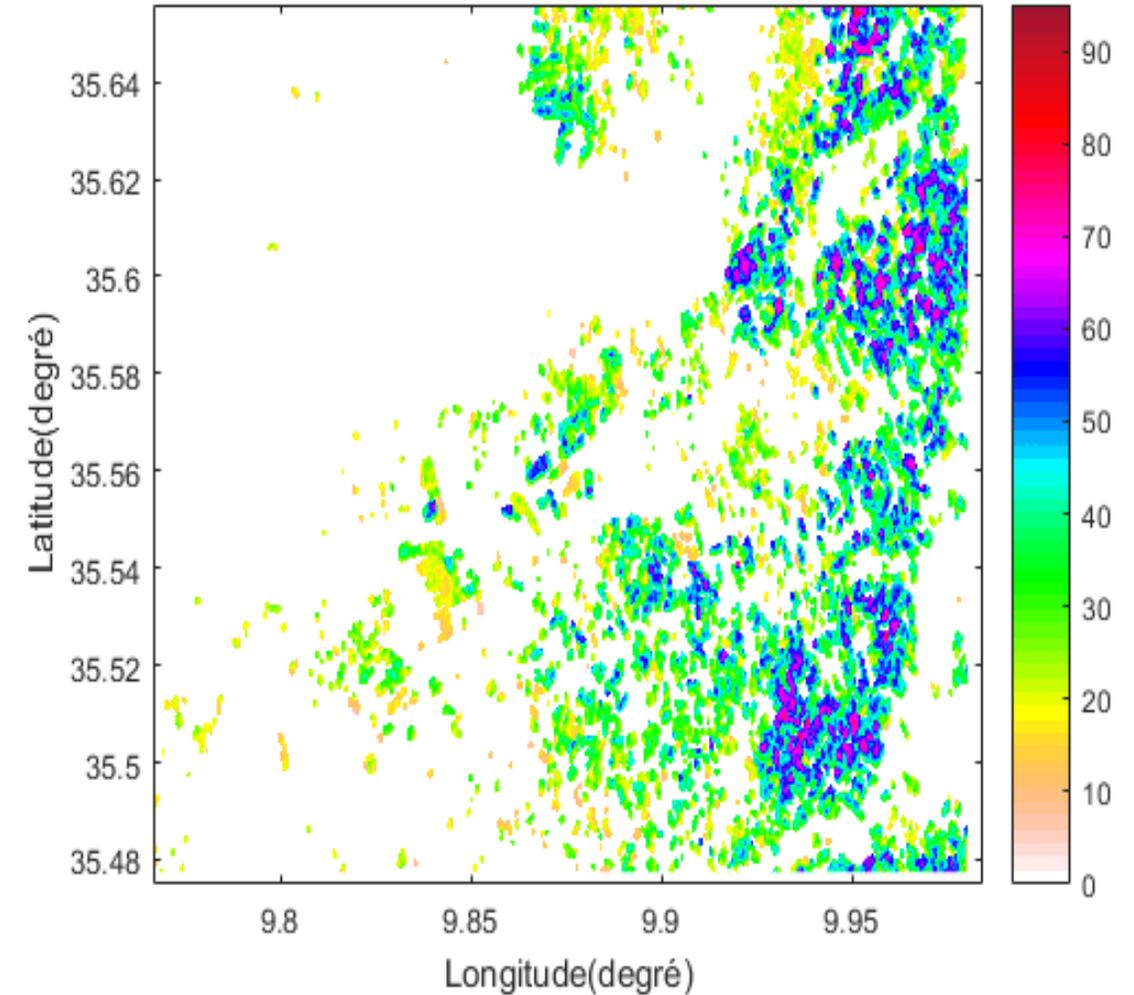


La combinaison la plus performante pour une meilleure estimation des rendements des céréales en graines et en pailles est celle qui fait intervenir le **NDVI**.

# La 3<sup>ème</sup> approche: Synergie Optique-Radar



Rendement en graines estimé par indice combiné Radar-optique (qx/ha)



# Conclusions et perspective

- Le potentiel tangible, des images sentinel-2 , indice NDVI, pour estimer les rendements des céréales en graines et en pailles à partir du mi-Mars ( $R^2_{\text{grain}} = 69.22\%$  ;  $R^2_{\text{paille}} = 72.38\%$  ).
- Les séries temporelles radar permettent de capturer de courts stades phénologiques grâce à la forte sensibilité du ratio de polarisation à la phénologie des plantes.
- La possibilité d'une estimation précoce des rendements à partir des images Radar en combinaison avec les images satellitaires.
- L'indice combiné Radar-NDVI est robuste pour une estimation précoce du rendement des céréales à partir de mi-mars ( $R^2_{\text{grain/paille}} = 64\%$  ;  $RMSE_{\text{grain}} = 1.97\text{qx/ha}$  et  $RMSE_{\text{paille}} = 1.31\text{qx/ha}$ ).
- Une étude des effets de la sécheresse sur les rendements est nécessaire pour une meilleure estimation,



Thank you for your attention !

