AppSpace #Occitanie 2020

Services satellitaires pour la viticulture

James Taylor (INRAE)

[avec un peu d'aide de Nina Lachia (l'Observatoire AgroTIC)

et Bruno Tisseye (Institut Agro Montpellier)]

OBSERVATOIRE DES USAGES DE L'AGRICULTURE NUMÉRIQUE
http://agrotic.org/observatoire/

CHAIRE AgroTIC

INRAE la science pour la vie, l'humain, la terre

OPENIG Occitanie Pyrénées en Intelligence Géomatique

cnes CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

#DigitAg

l'institut Agro agriculture • alimentation • environnement | SupAgro Montpellier

AppSpace #Occitanie 2020

17 septembre – Corum de Montpellier

Theia

Services satellitaires pour la viticulture

- Types et évolution des systèmes satellitaires
- Usage en France (Viticulture vs. Grand cultures)
- Applications en viticulture
  - France et mondial
- Limitations

L'usage de plusieurs satellites

SPOT 5,6,7

MODIS DMS LANDSAT8 Sentinel1-2

Pléïades Satellites privés Planet

Chaque satellité a sa spécificité:
Ce sont des constellations de plusieurs satellites qui sont utilisées en agriculture.

Il existe certainement d'autres services pour l'agricultureofferts par les satellites, notamment des services de communication, mais l'accent est mis ici sur la détection d'images optiques pour la production

Une augmentation de la résolution spatiale et temporelle des systèmes de satellites

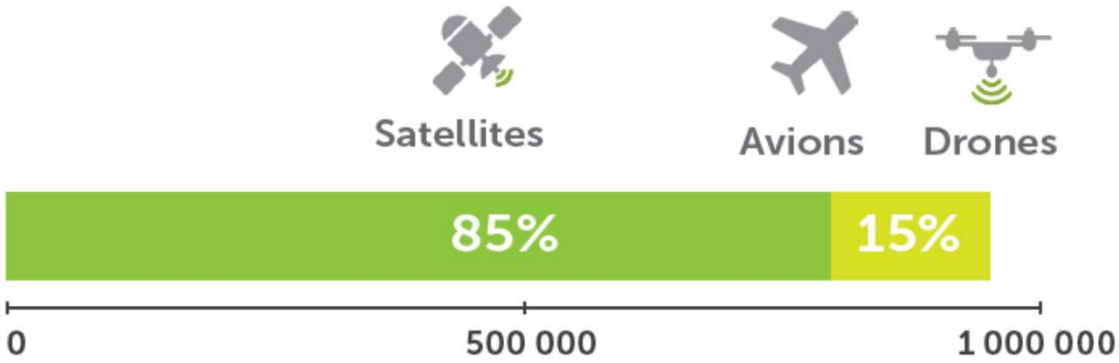
	Spatiale (m) (multispectral)†	Temporelle (jours) (nadir)*	No. de Satellites	Ownership
Landsat (1970s -)	15-25 m	14 j	1	Public (USA) €
SPOT 6-7 (début 2010s)	6 m	13 j	2 (+ 2 Pleiades)	Private €€€
Sentinel-2 (mi-2010s)	10 m	5 j	2	Public (ESA) €
CubeSats (fin-2010s)	3 m	1 j	120	Private €€€
Futur…	< 1 m	Hourly (?)	?	?

†panchromatic et des images en couleur possibles à des résolutions plus élevées
*Révision du temps pour les images de nadir. Il est possible d'obtenir des images hors nadir à des résolutions beaucoup plus élevées, e.g. 1 jour de revisite à 45° pour SPOT)

De nombreux autres services d'imagerie par satellite sont disponibles - ce ne sont que des exemples pour illustrer l'évolution de la résolution spatiale et temporelle dans le temps

Quelles technologies utilisées?

Presque 1 million d'Ha pilotés par télédétection en 2017



La télédétection par satellite est la plus utilisée, suivie de loin par l'avion, et le drone. Au total, ce sont environ 956000Ha qui ont été télédétectés en 2017.
Les mêmes tendances ont été observées en 2016*.

OBSERVATOIRE
DES USAGES DE L'AGRICULTURE NUMÉRIQUE

Adoption of remote sensing in France

Level of adoption

Crop type	% of the French surface, by crops, in 2016 (Total area measured)	% of the French surface, by crops, in 2017 (Total area measured)
Field crops	**~13%** (1,284,238ha)	**~10%** (925,712ha)
Viticulture	**~1%** (7,035ha)	**~1,2%** (11,200ha)
Others	Negligible	Negligible

App

Quelle est la résolution des images de télédétection nécessaire pour les applications viticoles ?

- Idéalement à l'espacement des rangs ou des vignes (c'est-à-dire 1-3 m pixels)

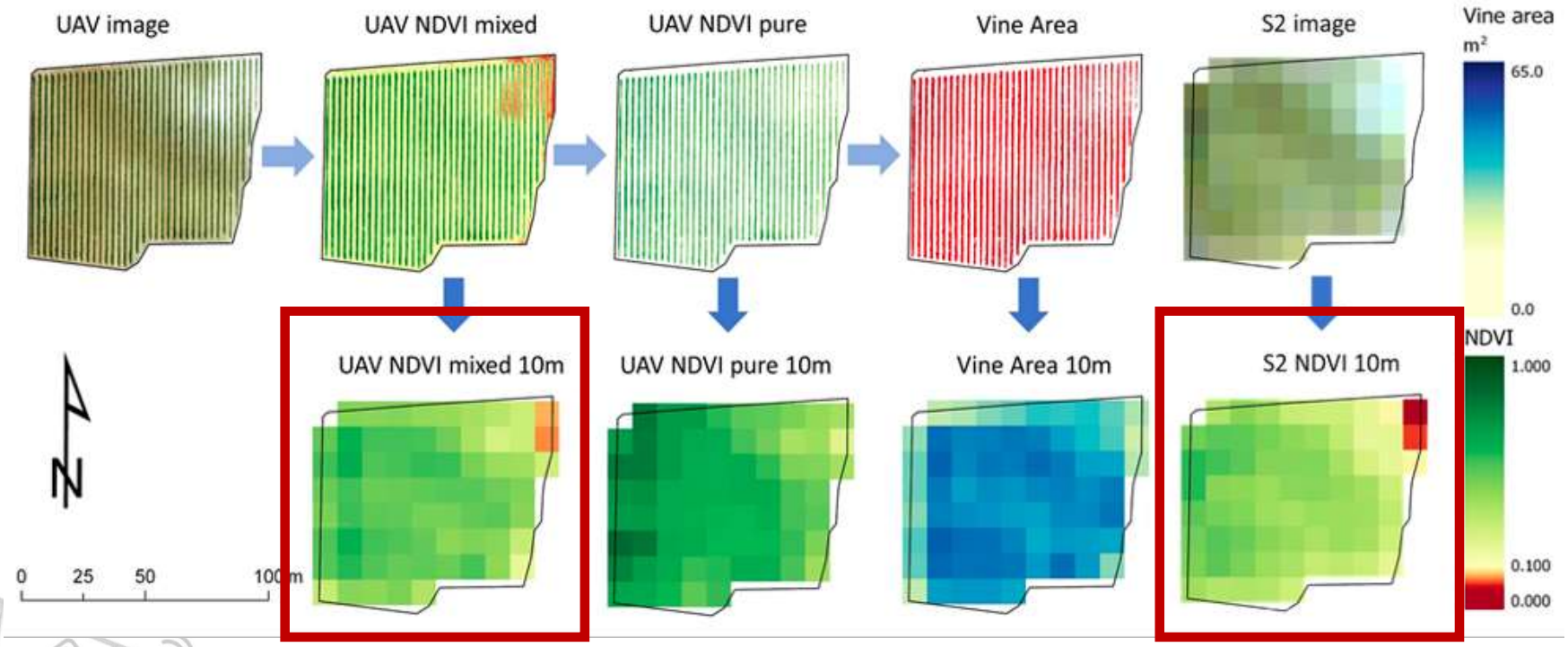
Australie and USA

Australie
Télédétection = systèmes aériens

- entreprises aériens bien établies au début des années 2000 pour fournir des images à une résolution inférieure à 1 m (avant que l'imagerie satellitaire à haute résolution ne soit disponible)
- Les grands domaines (nombreux > 100 ha) signifient un coût par hectare faible pour l'étude aérienne
- Plus de flexibilité dans le choix des horaires des vols, pas de problèmes de nuages. Petite industrie spatiale en Australie (c.f. USA et Europe)

ÉTATS-UNIS
Télédétection = systèmes de satellites

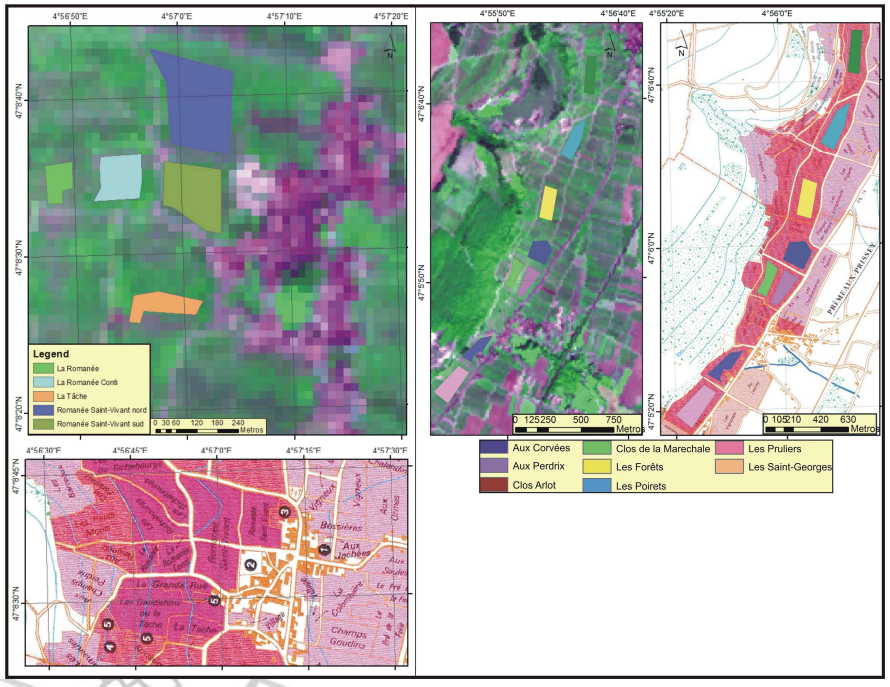
- Peu de sociétés de levés aériens disponibles
- L'acceptation plus lente de la viticulture de précision c.f. Australie
- Dominée par la cartographie de la vigueur en Californie production = grands champs et peu de nuages → imagerie satellite acceptable.
- Une agence spatiale forte pour promouvoir les systèmes satellitaires

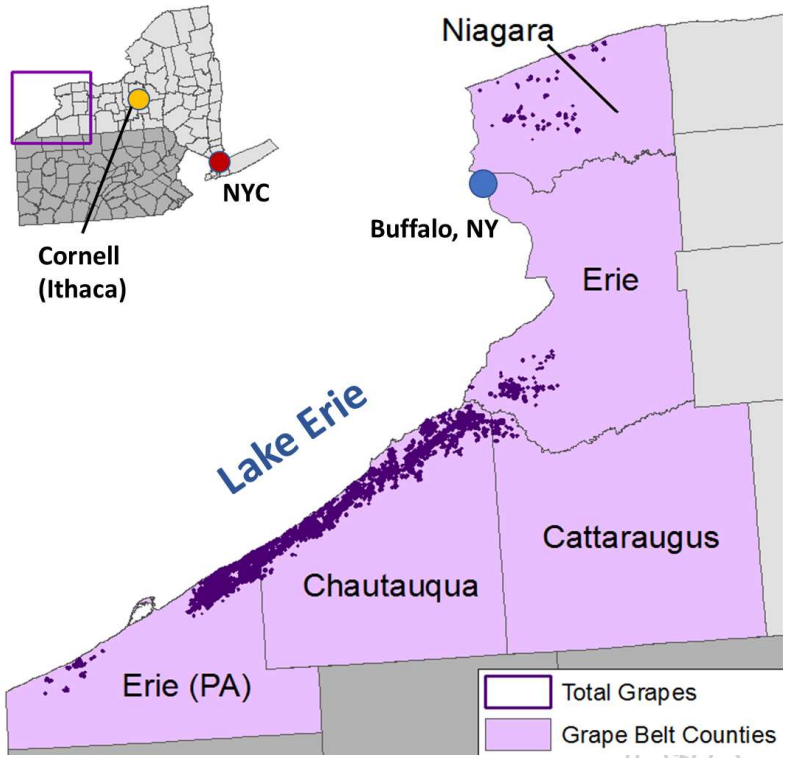


les mêmes tendances de vigueur à partir d'images satellitaires et de drones à l'échelle

SozziM., KayadA., MarinelloF., TaylorJ., & TisseyreB. (2020). Comparing vineyard imagery acquired from Sentinel-2 and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) platform. *OENO One*, *54*(2), 189-197. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.1.2557

Applications: Classifying vineyards (regional inventory)





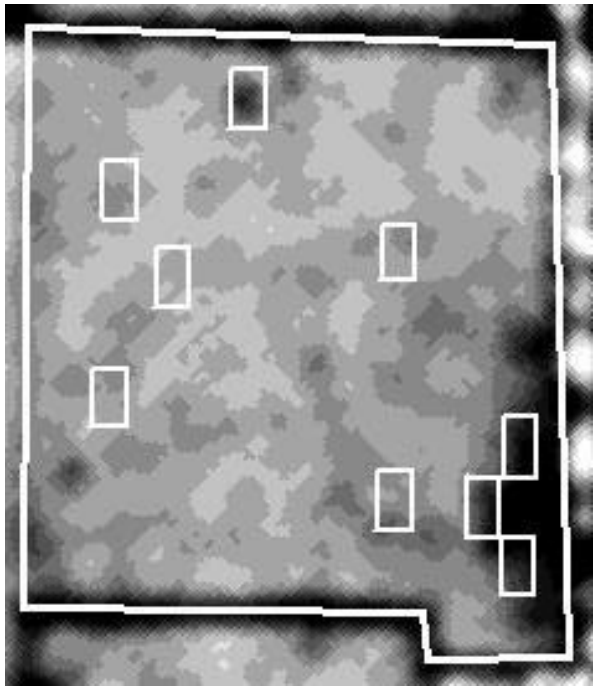
DucatiJ. R., BombassaroM. G., & FachelJ. M. G. (2014). Classifying vineyards from satellite images: a case study on Burgundy's Côte d'Or. *OENO One*, *48*(4), 247-260. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2014.48.4.1693

Applications: Disease detection

La première utilisation de l'imagerie dans les vignobles a été pour la détection et la cartographie des maladies (début des années 1990) - Menace du phylloxéra en Californie et en Australie

De grandes différences de vigueur associées aux effets de la maladie

(Petites différences de vigueur associées aux effets sur l'environnement et/ou la gestion)

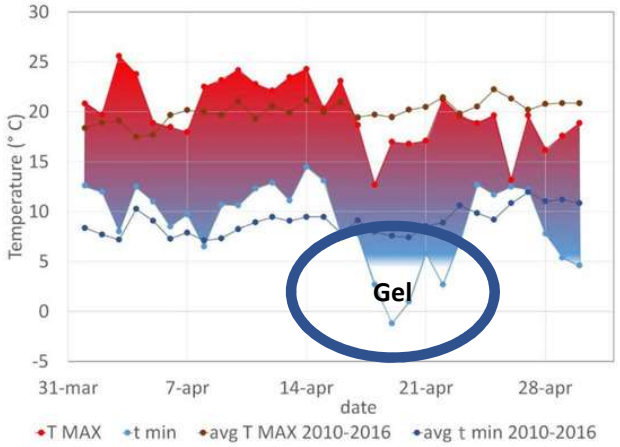


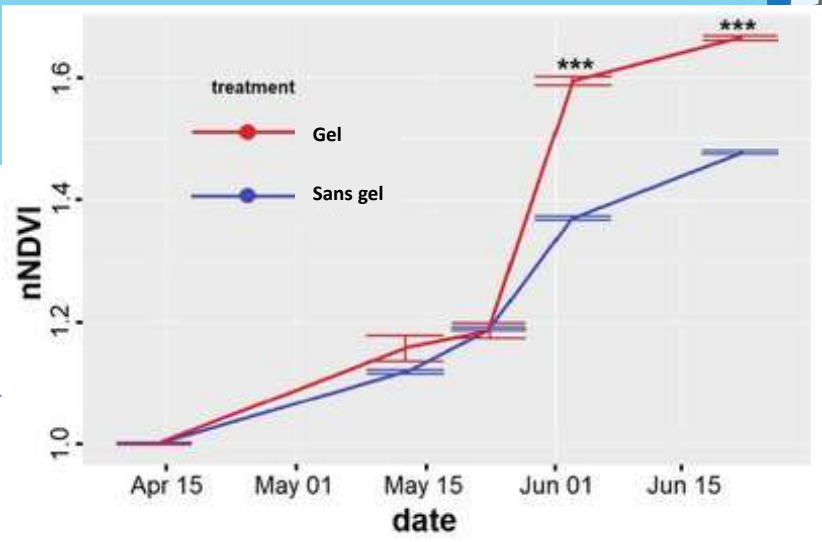
LOBITZ, B., JOHNSON, L.F., HLAVKA, C., ARMSTRONG, R., BELL, C., **1997**. Grapevine Remote Sensing analysis of Phylloxera early stress (GRAPES): Remote Sensing Analysis Summary. NASA Technical Memorandum 112218.

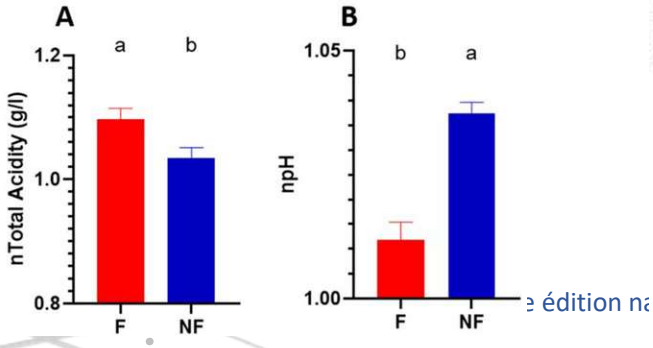
Applications: Weather damage

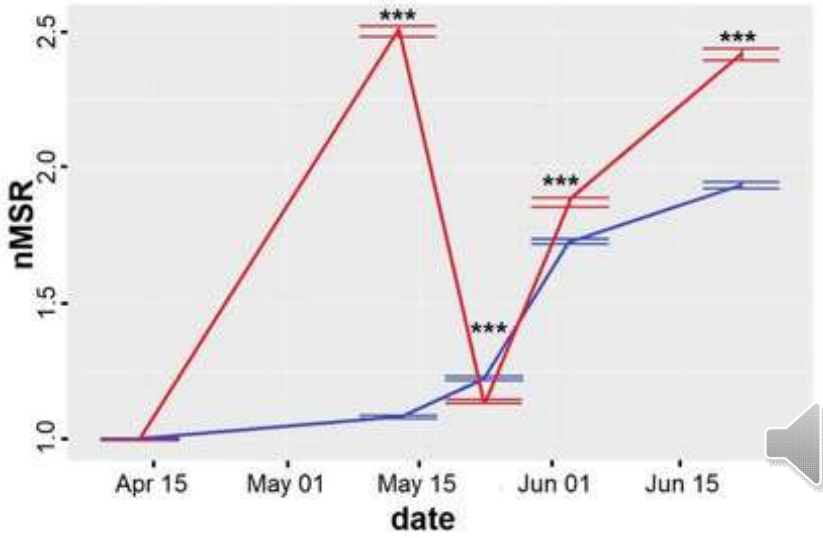
Les séries chronologiques d'images peuvent révéler la réaction de la vigne à l'environnement et aux chocs dans l'environnement

Evénement de gel
→ changement de vigueur au fil du temps
→ entraîne des différences de rendement et de qualité



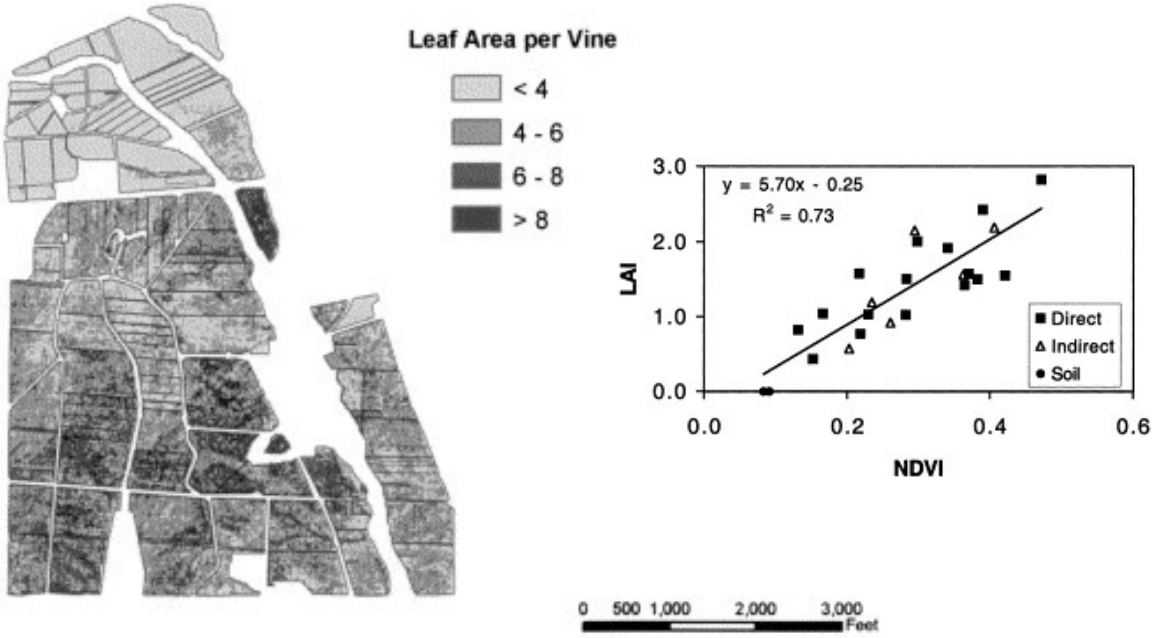






Cogato, A.; Meggio, F.; Collins, C.; Marinello, F. Medium-Resolution Multispectral Data from Sentinel-2 to Assess the Damage and the Recovery Time of Late Frost on Vineyards. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 1896.

Applications: Mapping vigour in fields/vineyards



Les indices de végétation provenant d'images satellites peuvent être liés à la vigueur et à la taille de la vigne

Souligne les zones de production à faible vigueur et à forte vigueur

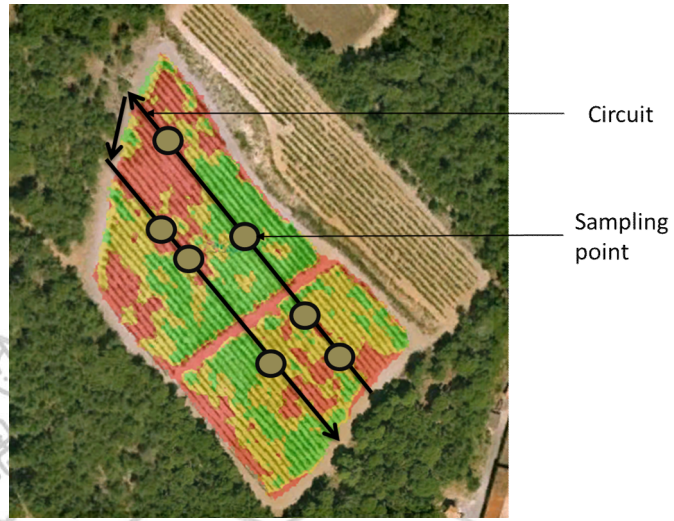
(Suppose que la réaction de vigueur n'a pas d'effets sur les parasites ou les maladies)

L.F Johnson, D.E Roczen, S.K Youkhana, R.R Nemani, D.F Bosch (**2003**) Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. Computers and Electronics in Agriculture, 38(1), 33-44, doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00106-0.

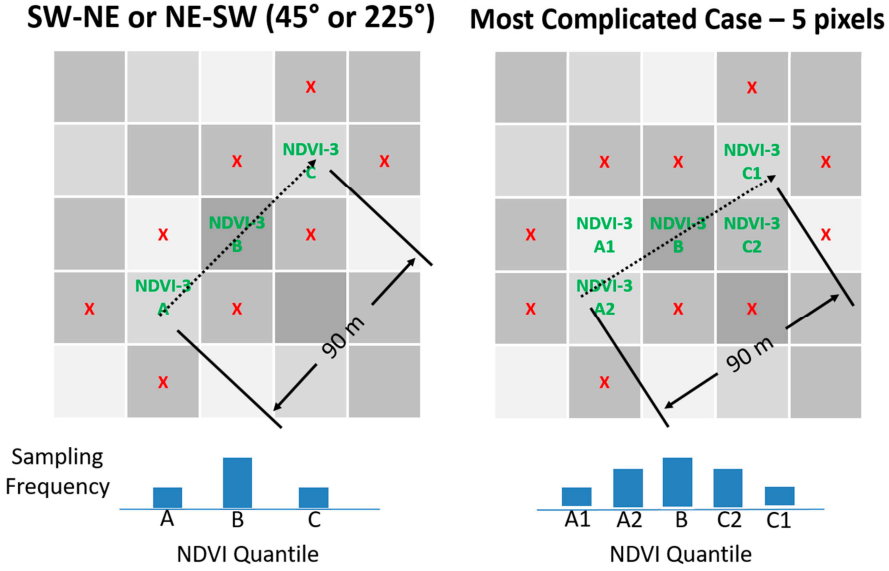
Applications: Phenology monitoring and yield estimation

L'imagerie peut être utilisée pour l'échantillonnage stratifié (ciblé) dans les vignobles afin de suivre la production

(suppose que le rendement et la production sont en corrélation avec la vigueur)
→ plus efficace que l'échantillonnage aléatoire



Oger, B., Vismara, P., Tisseyre, B. 2019. Combining target sampling with route-optimization to optimise yield estimation in viticulture. Precision Agriculture '19 - Proceedings of ECPA 2019, 173-179.



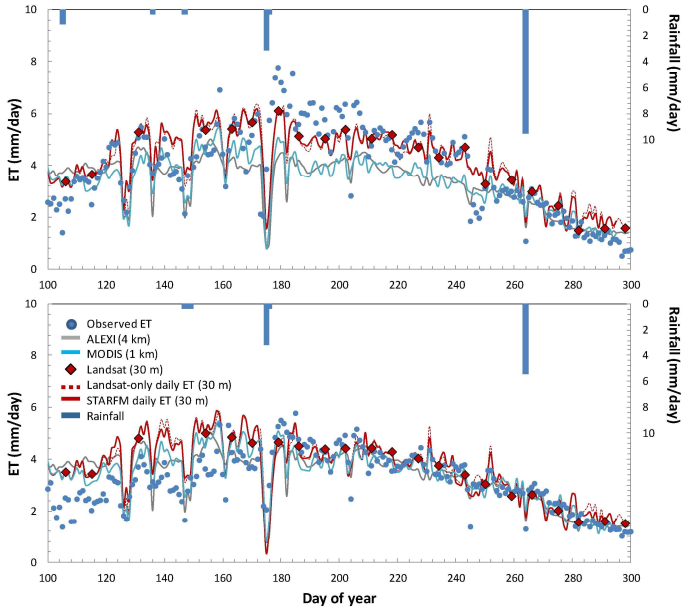
Meyers, J.M.; Dokoozlian, N.; Ryan, C.; Bioni, C.; Vanden Heuvel, J.E. A New, Satellite NDVI-Based Sampling Protocol for Grape Maturation Monitoring. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 1159.

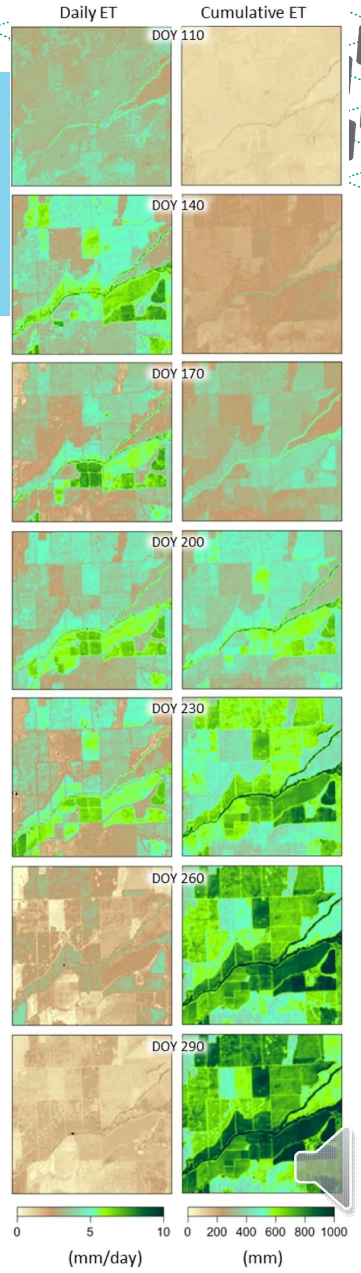
Carrillo, E., Matese, A., Rousseau, J., & Tisseyre, B., 2016. Use of multi-spectral airborne imagery to improve yield sampling in viticulture. Precision Agriculture, 17(1), 74-92

Applications: Water stress and Irrigation support

L'imagerie thermique des satellites et les données météorologiques peuvent être utilisées pour modéliser l'évapotranspiration et pour estimer la perte d'eau due à la ET
→ informe la prise de décision en matière d'irrigation.

L'imagerie thermique est généralement plus grossière que l'imagerie multispectrale, mais elle reste disponible à l'échelle du champ ou du sous-champ.





Semmens, KA, Anderson, MC, Kustas, WP, Gao, F, Alfieri, JG, McKee, L, Prueger, JH, Hain, CR, Cammalleri, C, Yang, Y, Xia, T, Sanchez, L, Alsina, MM, Vélez, M. (2016). Monitoring daily evapotranspiration over two California vineyards using Landsat 8 in a multi-sensor data fusion approach. Remote Sensing of Environment, 185, 155-170,

Limitations

L'imagerie satellitaire de base (et la plupart des images aériennes/UAV) ne donne que la réponse de la canopée. ELLE DOIT ÊTRE 'GROUND-TRUTHED' (VÉRIFIÉE AU SOL)

Les raisons des différences de réponse de la voûte végétale ne peuvent pas être évaluées directement, par exemple, est une zone de faible vigueur associée à une maladie ou à un stress hydrique ou à des effets sur la nutrition ou la gestion du couvert végétal, etc.

De nouvelles avancées permettront de connaître les propriétés réelles des plantes (architecture, surface foliaire, etc...) et pas seulement une réponse générique du couvert végétal. Cela sera facilité par de nouveaux types de capteurs, par exemple les capteurs RADAR et les approches multi-capteurs.

L'imagerie satellitaire s'approche des revisites quotidiennes à des moments et à des échelles spatiales égales à une vigne.

Cela les rend très utiles pour surveiller un large éventail de paramètres de la vigne, notamment l'irrigation et le stress hydrique.

AppSpace #Occitanie 2020

Merci à tous

OBSERVATOIRE
DES USAGES DE L'AGRICULTURE NUMÉRIQUE
http://agrotic.org/observatoire/

#DigitAg

CHAIRE AgroTIC

AppSpace #Occitanie 2020

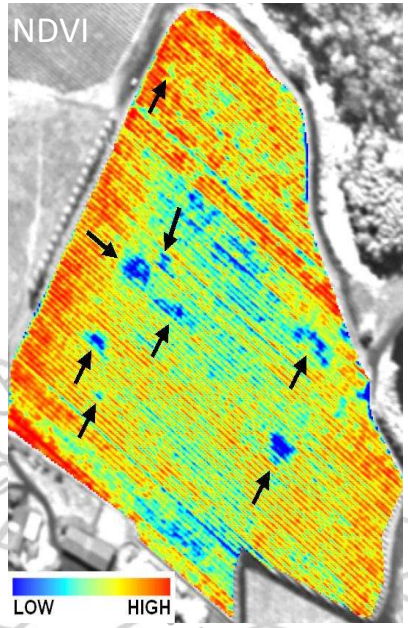
17 septembre – Corum de Montpellier

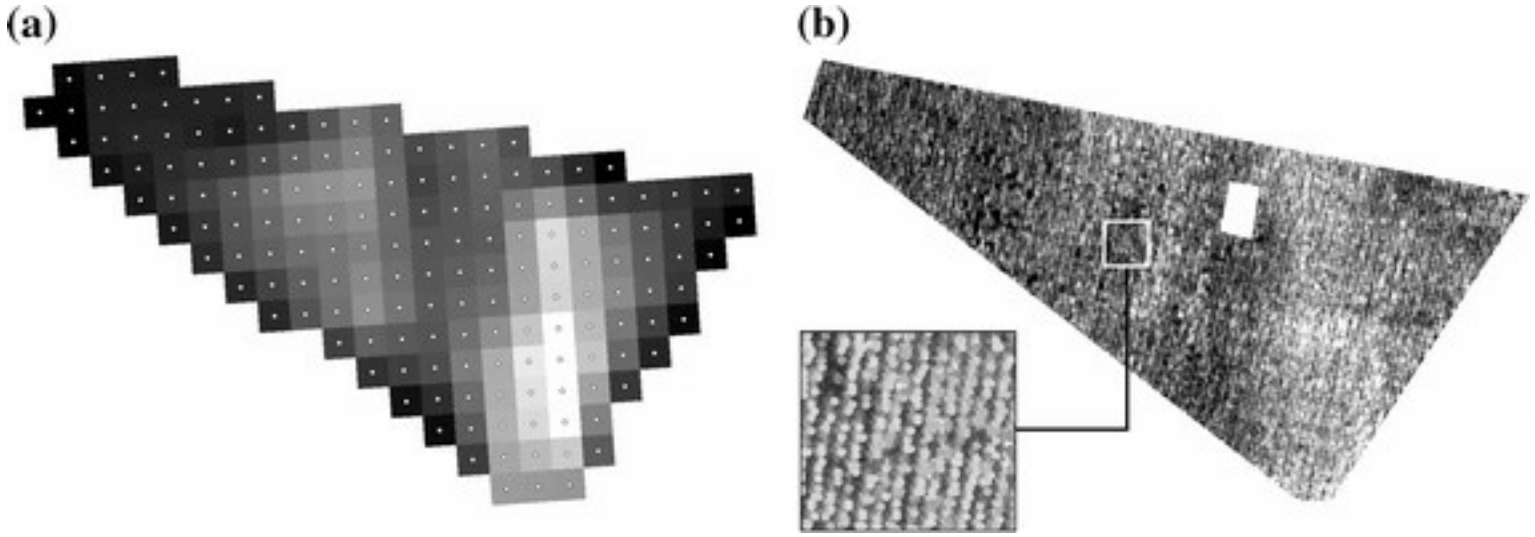
james.taylor@inrae.fr

Managing Disease Risk

Phylloxera Detection Program (PGIBSA)

Collection of MS aerial imagery (2001-05) for all SA vineyards
Identification of phylloxera 'suspect' sites
Field inspections of suspect sites





Borgogno-Mondino, E., Lessio, A., Tarricone, L. *et al.* A comparison between multispectral aerial and satellite imagery in precision viticulture. *Precision Agric* **19,** 195–217 (2018). https://doi.org/10.1007/s11119-017-9510-0

Applications: Phenology from vegetion indices

Les séries chronologiques d'images au cours d'une saison fournissent des informations sur le développement phénologique de la vigne

½ précision d'une semaine pour la prévision de la floraison et d'une semaine pour la prévision de la véraison à partir d'images satellites uniquement.

Imagerie satellite + données météorologiques = prévisions plus précises.

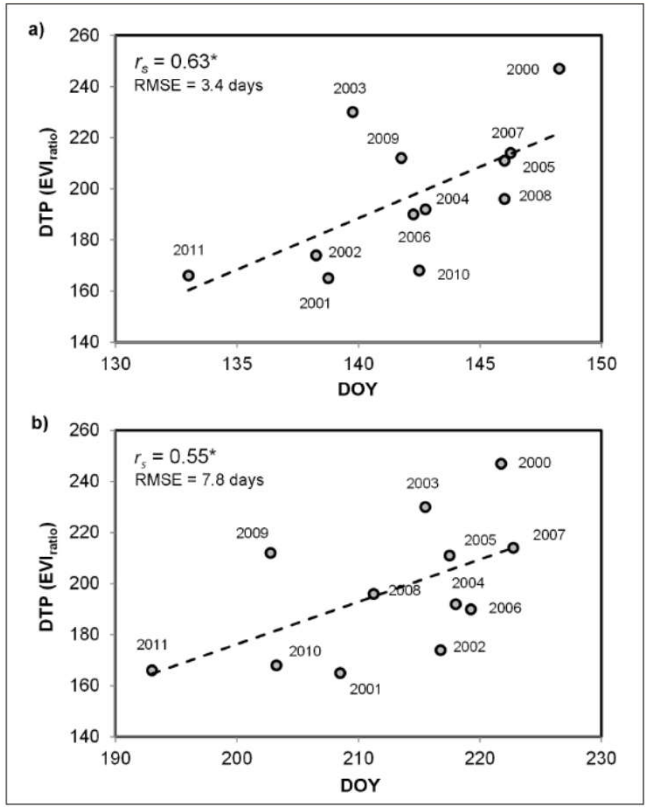


Figure 8 – Scatterplot of days to peak (DTP) as a function of: a) the day of year at flowering – DOY and b) the day of year at veraison – DOY. Spearman rank correlations (r_s) are significant at the 0.05 (*) level.

Helder Fraga, Malik Amraoui, Aureliano C. Malheiro, José Moutinho-Pereira, José Eiras-Dias, José Silvestre & João A. Santos (2014) Examining the relationship between the Enhanced Vegetation Index and grapevine phenology, European Journal of Remote Sensing, 47:1, 753-771, DOI: 10.5721/EuJRS20144743