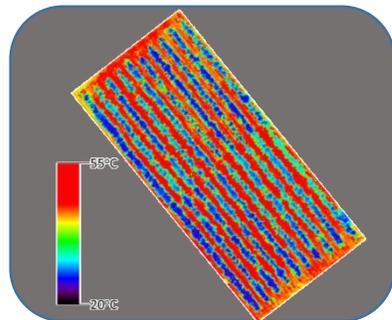


Apport de L'Imagerie Aéroportée haute-résolution à l'acquisition et l'exploitation de données G*E dans un réseau d'évaluation de variétés fruitières

ALIAGE-Fruits (AP Semences et sélection végétale – CASDAR 2014-17)



***Jean Luc Regnard^a, David Gómez-Candón^{a,b}, Magalie Delalande^a,
Sylvain Labbé^c, Vincent Mathieu^d, Xavier Créte^e, Evelyne Costes^a***

a: AGAP, Montpellier Université (CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro), France

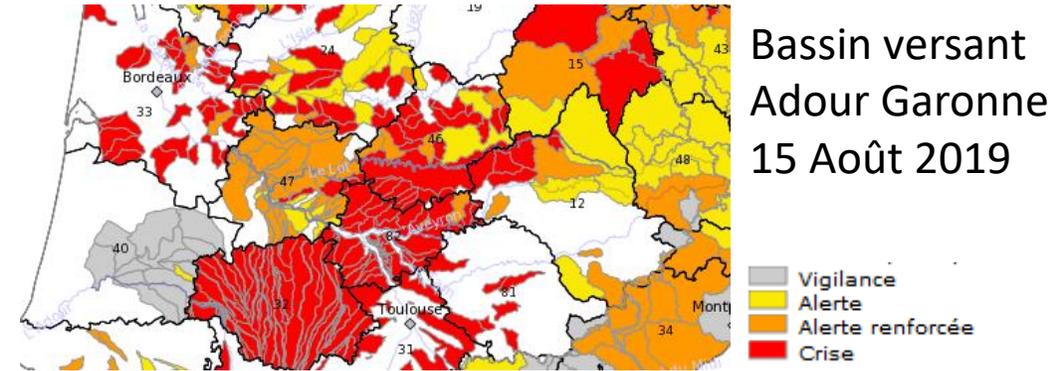
b: IRTA, Fruitcentre, Lleida, Catalogne, Espagne

c: Tetis, Montpellier Université (AgroParisTech, CIRAD, Irstea) – Centre INRAe de Montpellier, France

d: Ctifl, Centre de Balandran, Bellegarde, France

e: CEHM-SudExpé, Marsillargues, France)

Quelques éléments de contexte



• Climat

- Réchauffement des températures ; fréquence et intensité des épisodes de T chaudes
- Accroissement de la demande évaporatoire (VPD) + ressources en eau souvent limitées

• Dispositif d'étude des variétés fruitières

- Cadre professionnel existant : vergers de caractérisation & comportement (Charte niveau 2) pouvant permettre l'étude en conditions non-optimales
- Nouvelles approches pour l'étude des variétés (rapport Medieval, [Guadagnini-Palau et al., 2016](#))

• Pommier

- Nombreuses variétés en expérimentation / demande d'inscription catalogue CTPS
- Pas de VATE, manque de robustesse des indications d'adaptation



Protocole du niveau 2 (selon Charte Ctifl – CEP – FNPF – INRA)

- Conçu pour le **modèle prédominant de production intensive**
- **Placettes ≥ 20 arbres**, 3 années de fructification successives*
- Essais **Multisites** / bassins de production *
- **Expé. non financée** par éditeurs obtenteurs, mais soutenue / FranceAgriMer
- Actuellement **peu d'exploitation des données GxE** ; essais non randomisés
- **Variables étudiées** : croissance, rendement, notation des sensibilités, qualité des fruits, aptitude à la conservation

* depuis 1998 : 49 variétés observées * 9 à 10 sites
→ Base de données Koala (accès expérimentateurs)



Story® Inored c.o.v.

Story® Inored c.o.v. est une très jolie variété résistante à la tavelure avec un niveau gustatif très élevé et une excellente conservation.

A planter en zones méridionales

« Adaptée aux zones méridionales »
(plaquette co-obtenteur)



STORY® Inored cov

(site web co-obtenteur)

(Les valeurs indiquées sont celles observées en Val de Loire - France)

(C.O.V.: Certificat d'Obtention Végétale - ®: Marque protégée)

Espèce	Pommier
Résistance	Porteuse au moins du gène vf
Obtenteur	INRA NOVADI
Parents	Pinova x X6398

L'arbre

Port de l'arbre	Ouvert Golden
Vigueur	Moyenne
Époque de floraison	2 jours avant Golden
Eclaircissage	Moyen
Productivité	Très forte
Alternance	Faible
Sensibilité à la chute	Faible

L'adaptation « proposée » pour la zone méridionale ne repose pas suffisamment sur les aptitudes de la variété à supporter des contraintes abiotiques

Outils et méthodes (phénotypage)



- Imagerie drone au champ

- **flexibilité** ([Rango et al., 2006](#)) ; **coût** < ULM ; **résolution (cm)** vs image satellitaire (dm)
 - **agriculture de précision** : cartographie, diagnostic, prise de décision, ... ([Gonzalez-Dugo et al., 2013](#))
 - **recherche** : h^t-débit / h^{te} résolution (plate-forme de plein air, ou plein champ : sélection variétale, validation de produits de protection des cultures, ...)

- Projets s'appuyant sur l'imagerie HR

- **Annuelles** : Arvalis, semenciers (phénotypage HD → sélection ([Review: Rebetzke et al., 2019](#)))
- **Pérennes** : Etude pionnière s/ cultures fruitières : réponse var. au stress hydrique ([Virlet et al., 2014](#))

- Arbres fruitiers : phénotypage s/ PF cond. contrôlées → champ

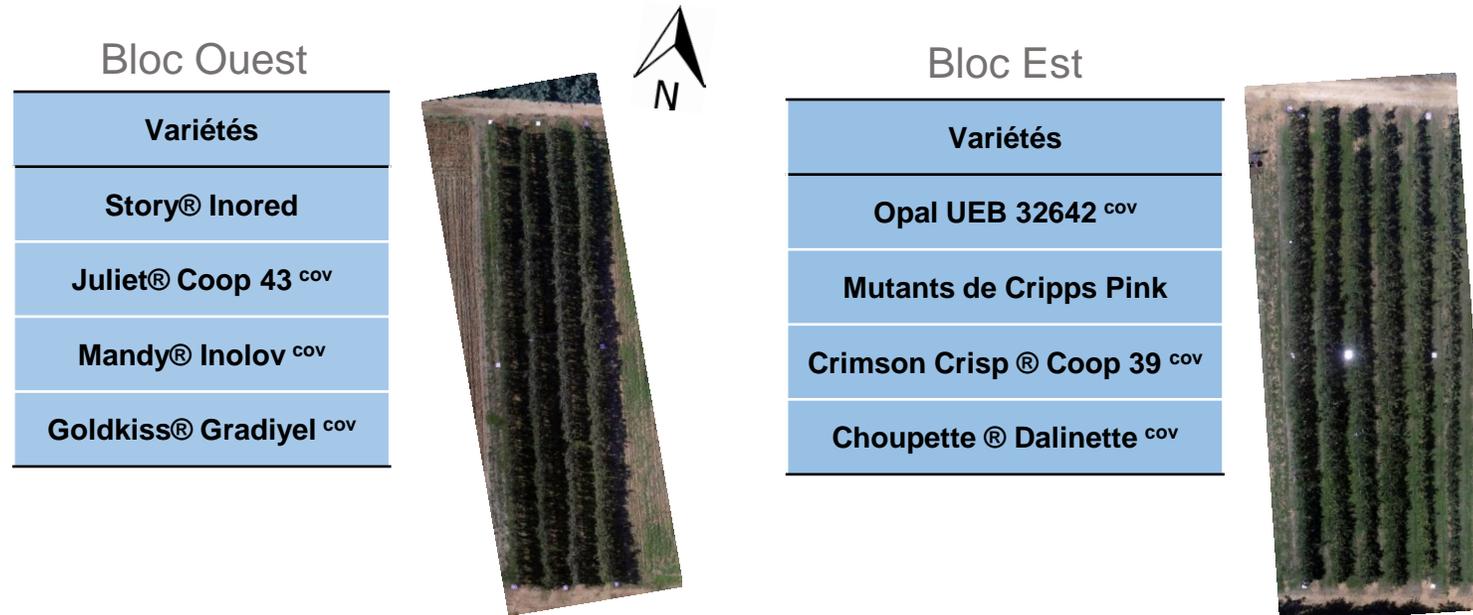
- Jeunes arbres en pots, essai PhenoArch (M3P) : WUE s/pommier ([Lopez et al., 2015](#)). Pas de fruits !
- Core-collection adulte : projets ApCoreStress et ApStress : héritabilité des traits ([Coupel-Ledru et al., 2019](#))



Les vergers d'essai (1)

Ctifl, Centre de Balandran

- **8 variétés**, sous-parcelles de 20 arbres
- 2 régimes hydriques : **WW** et **WS (-50% apport)**
- 3, 4 ou 5 répétitions des arbres par variété et par régime hydrique



Les vergers d'essai (2)

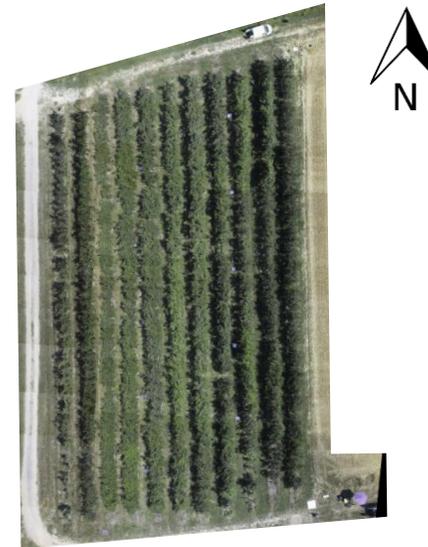
CEHM-SudExpé, Marsillargues

- 5 variétés
- 2 régimes hydriques : **WW** et **WS**
- 3, 4 ou 5 répétitions des arbres par variété et par régime hydrique
- **WS = arrêt d'irrigation**
-



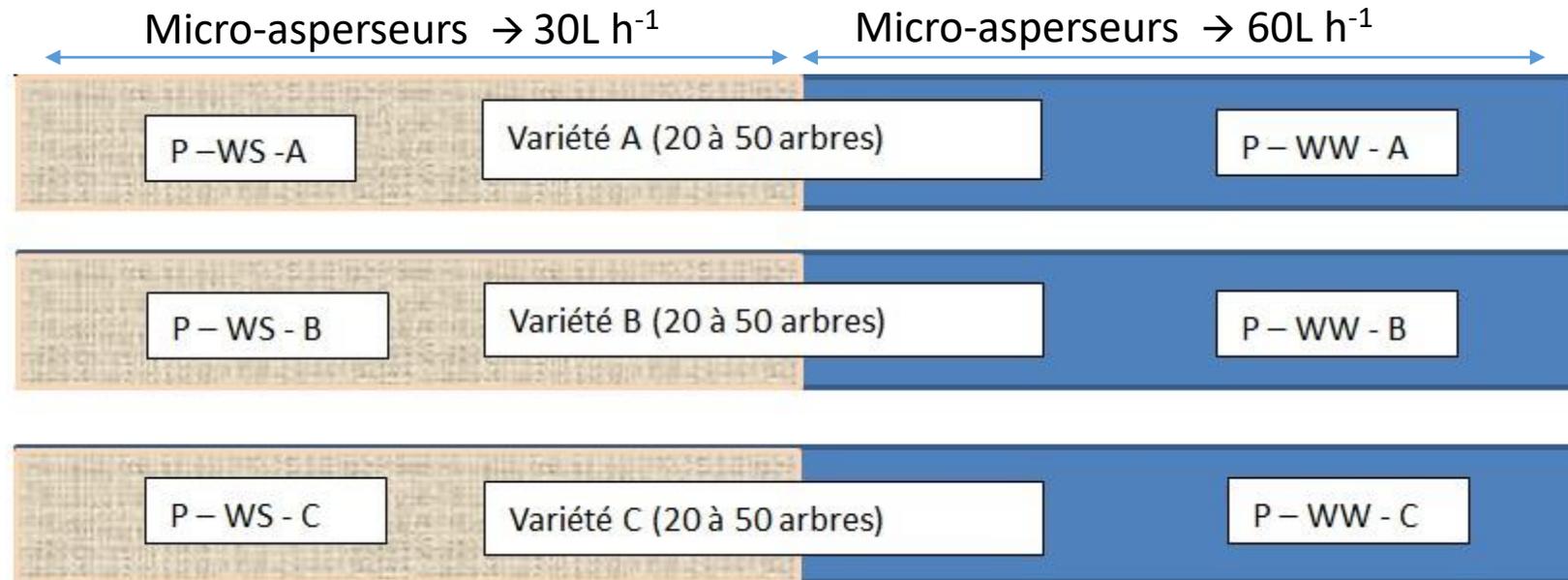
Image mosaïquée (RGB)

Parcelle H
Variétés
Crimson Crisp® Coop 39
Story® Inored
Juliet® Coop 43
Mandy® Inolov ^{cov}
Goldkiss® Gradiyel



Stratégie d'étude (1) : Etablissement d'un déficit hydrique dans chaque plot variétal

Ctifl, 2015 et 2016



WW : demi-parcelle irriguée en fonction du suivi tensiométrique

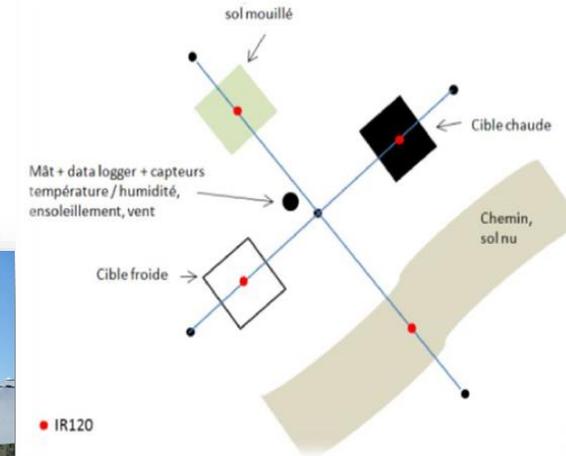
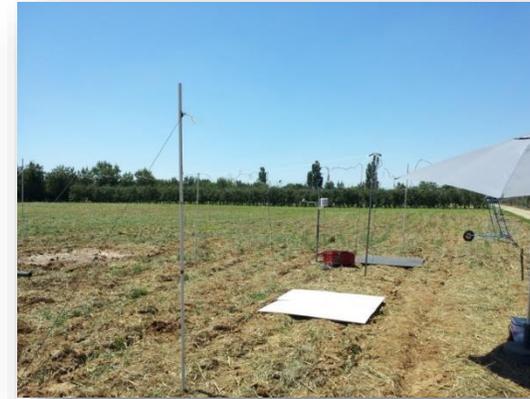
WS : demi-parcelle rationnée en eau (4 semaines)



Stratégie d'étude (2) : monitoring des essais

Données physiques au sol en // aux acquisitions d'images

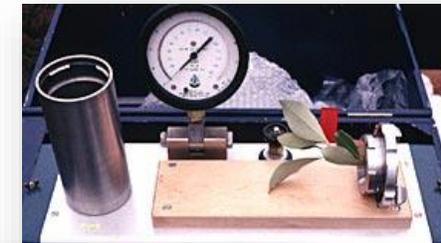
- Températures (corr. radiométrique) :
 - 2 cibles « chaudes » et « froides »
 - 2 références sol nu et sol humide
- Micro-météo. :
 - T° et HR de l'air
 - radiation solaire
 - vitesse du vent



Dispositif de cibles thermiques au sol (Gómez-Candón et al., 2016)

Données biophysiques de terrain

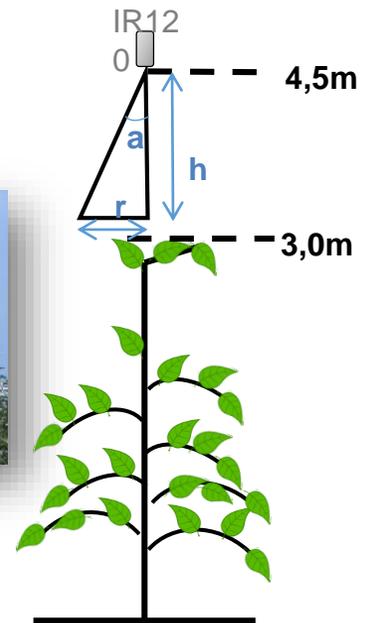
- Suivi de la plante
 - Potentiel hydrique de base (avant l'aube)
 - Potentiel hydrique de tige (en journée)
 - Grossissement d'organes (branche, fruit)
- Suivi de l'état hydrique du sol
 - Sondes Watermark
 - Sondes Sentek®
- Mesure des volumes d'eau distribués



Stratégie d'étude (3)

- Imagerie aéroportée : 2015 et 2016
 - Traitement image → valeurs de **réflectance** / **émission thermique**
 - Calculs d'indices spectraux et de stress
 - Utilisation de ces indices comme variables phénotypiques

- Capteurs non imageurs :
 - Au dessus des arbres : IR 120 × site Ctifl × 5 var.
 - Capteur NDVI × site SudExpé × 1 variété



Radio-thermomètre IR120 1.5m
au-dessus de la canopée



Stratégie d'étude (4) : acquisition des images



Drone
MikroKopter
Oktokopter,
altitude 40-150m

Appareils photo numériques Sigma DP1 ou caméra multispectrale

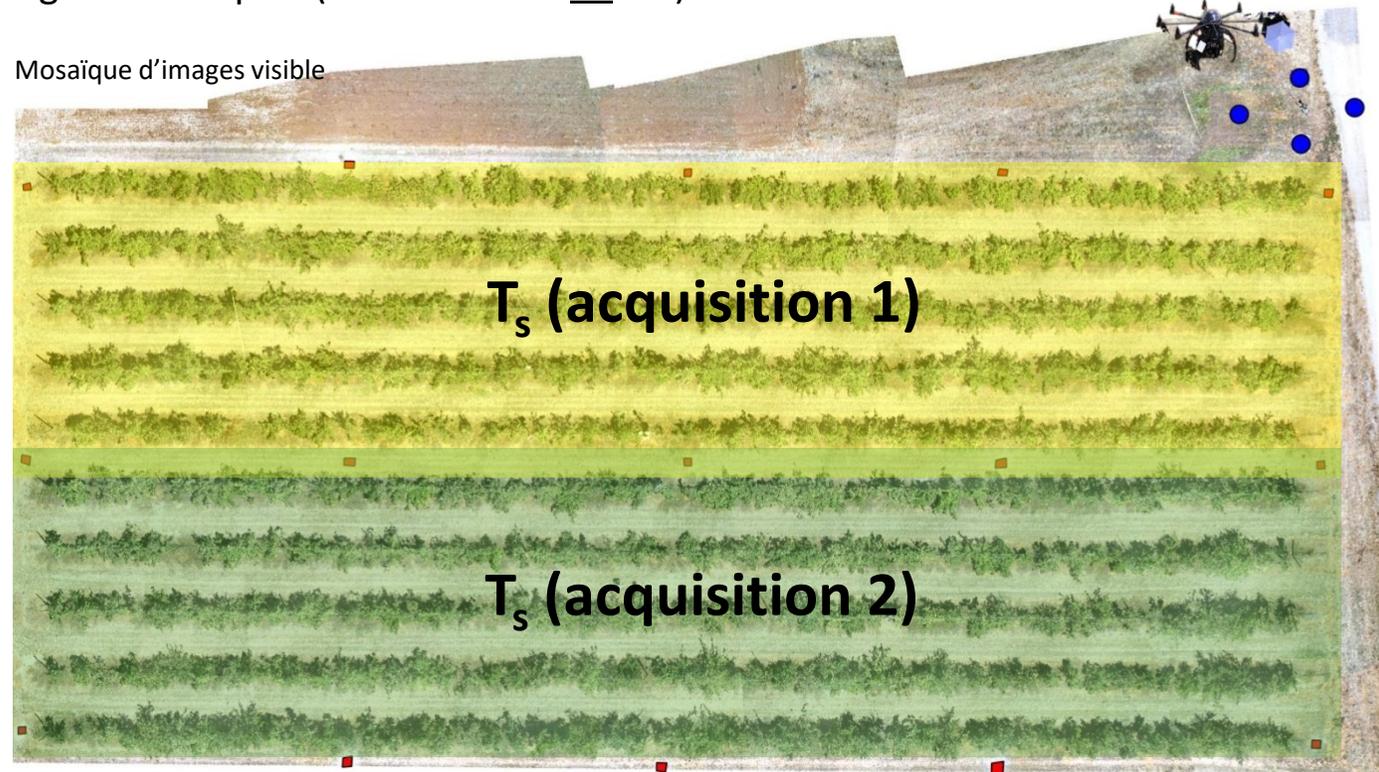
→ images VIS & PIR (résolution # 1 à 2 cm)

Caméra thermique Thermoteknix Miricle 307K ou Tau 2

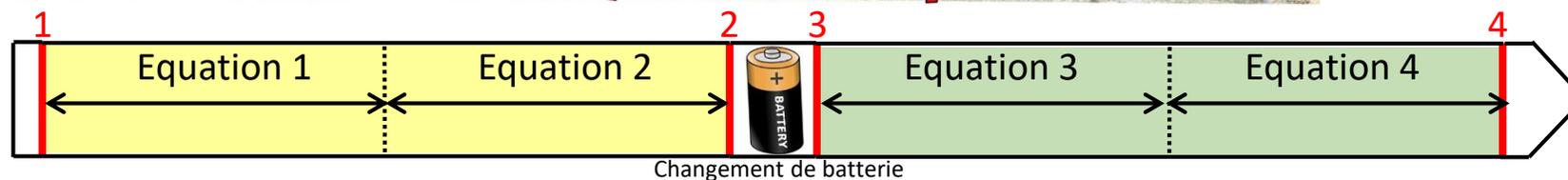
→ images thermiques (résolution ca. 10 cm)

Cibles (4)

Mosaïque d'images visible



— Cibles géoréf.
● Cibles thermiques



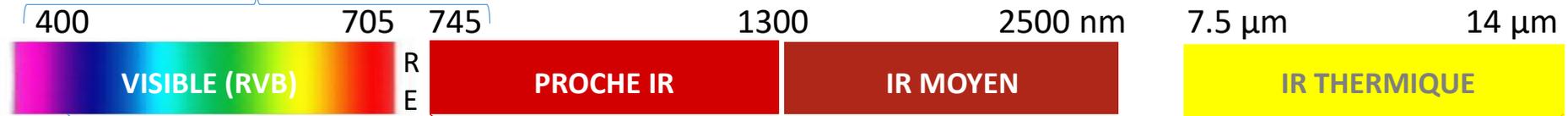
Réflectance → indices de végétation / émission thermique → indices de stress



AirPhen® 3 / HiPhen



Flir® Tau-2



Absorption (pigments)

- Chlorophylles
- Caroténoïdes (Xanthophylles)
- ...
- Fluorescence chl.

Absorption (molécules)

- Eau
- Composés organiques
 - Protéines
 - Cellulose
 - Lignine
 - ...

Emission radiative

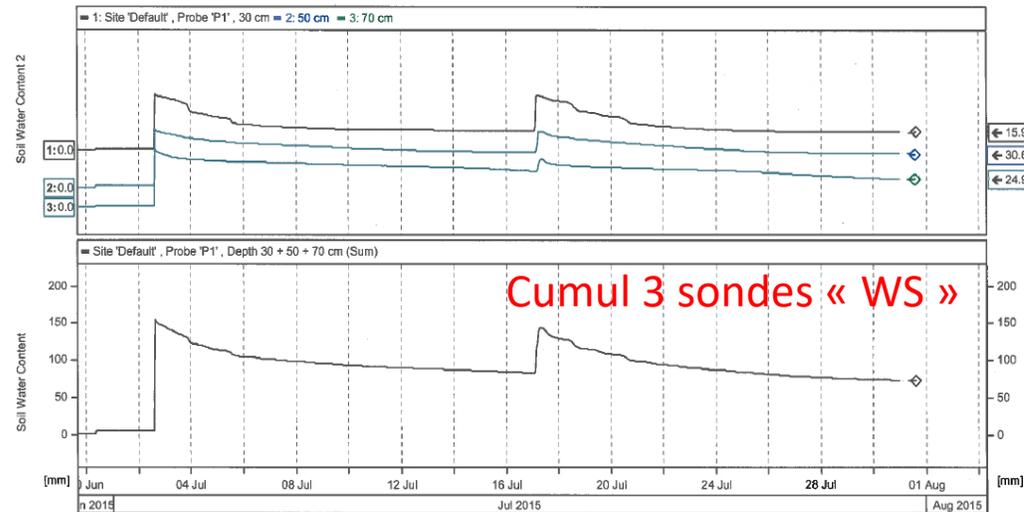
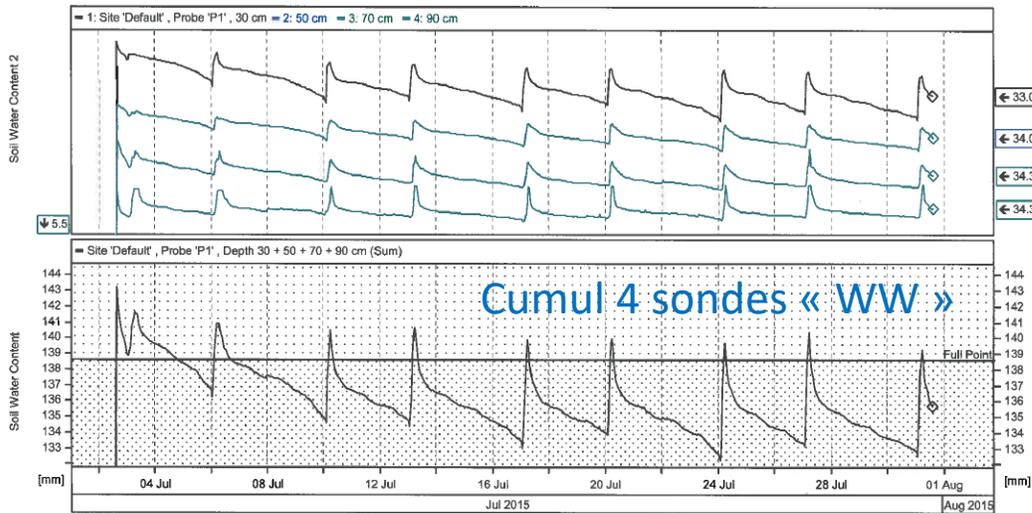
- Température de S., (corr. émissivité)

Indices de Végétation (VI) et de & Stress	Caractéristiques biologiques	Bandes du spectre								Références
		450 nm	532 nm	568 nm	675 nm	730 nm	750 nm	850 nm	7.5-14μm	
Biomasse ← NDVI	Green Area Index (GAI)				X			X		Rouse et al., 1974
+ chlorophylles ← GNDVI	GAI (+ chlorophyll)			X				X		Gitelson et al., 1996
Rayt intercepté ← MCARI	GAI		X	X	X	X				Daughtry et al., 2000
Pigments ← MCARI_2	GAI (-chl.), LAI and FIPAR		X	X	X			X		Haboudane et al., 2004
Régul° stomatique ← PRI	Xanthophyll cycle, Photosystem II efficiency		X	X						Gamon et al., 1992
	Ts-Ta; CWSI; WDI			X	X			X	X	Maes & Steppe, 2012; Idso et al., 1981; Moran et al., 1994

(Delalande et al., IHC 2018, à paraître)

Résultats (1a) : Mise en place d'un déficit hydrique / sol

- Teneur en eau du sol (SudExpé, sonde Sentek®)



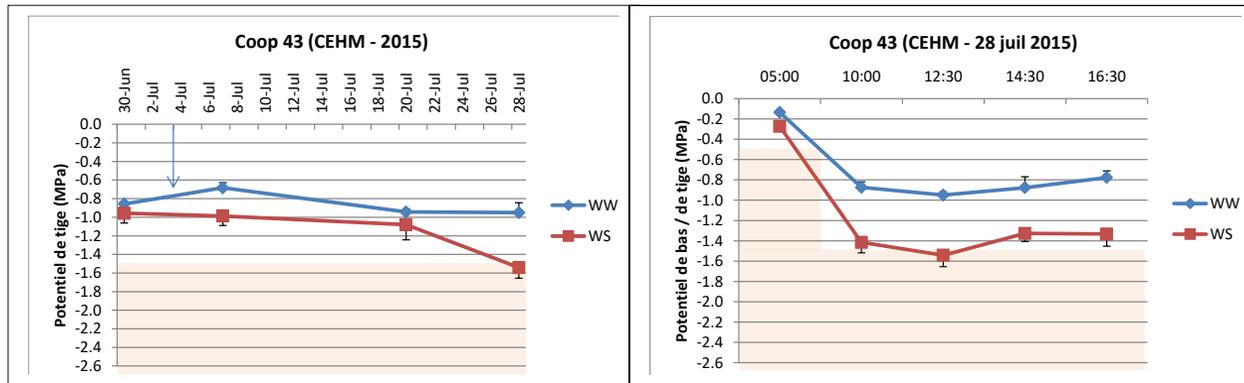
Epuisement en qq. jours de la réserve
facilement utilisable (var. Inored)

- P.m. potentiel hydrique du sol (Ctifi)



Résultats (1b) : Mise en place d'une contrainte hydrique s/ plante

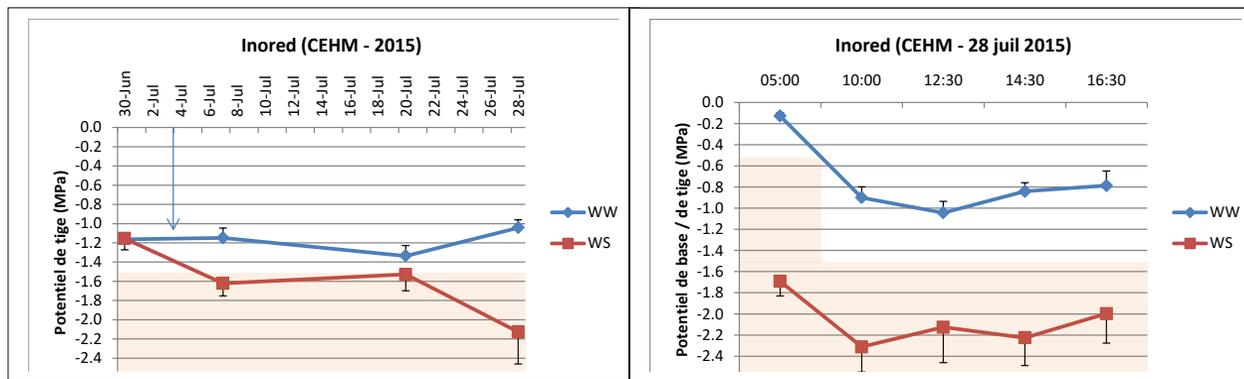
- Potentiel de tige des arbres (ex. CEHM 2015)



Evolution temporelle (4s.)

Evolution diurne (28 juil.)

La variété Coop 43 est sous légère contrainte hydrique le 28 juillet 2015

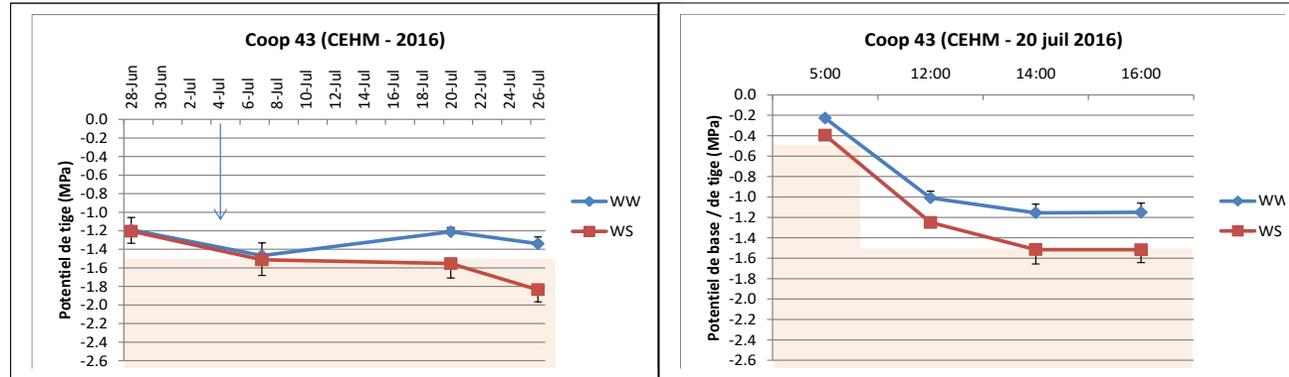


La variété Inored est sous contrainte hydrique légère dès le 7 juillet 2015, et forte par la suite



Résultats (1b) : Mise en place d'une contrainte hydrique s/ plante

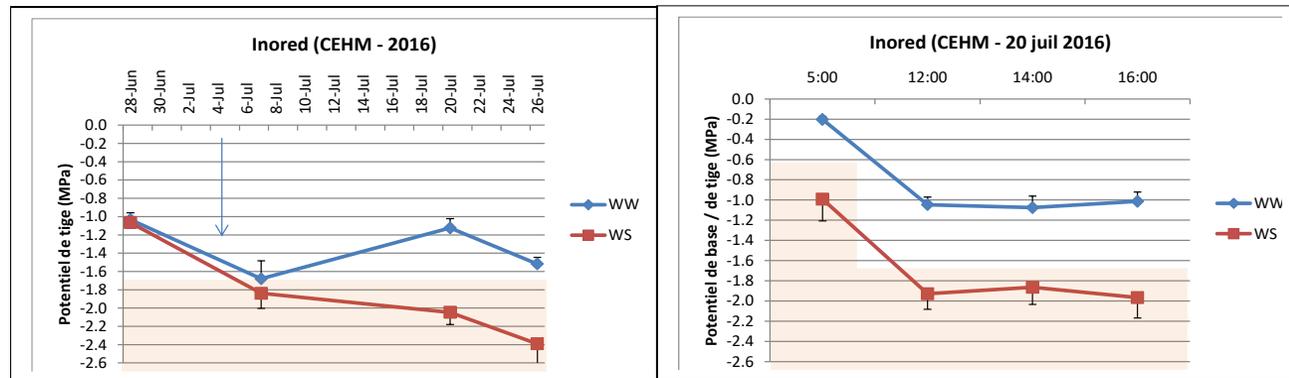
- Potentiel de tige des arbres (ex. CEHM 2016)



Evolution temporelle (4s.)

Evolution diurne (20 juil.)

La variété Coop 43 atteint un état de contrainte hydrique légère le 20 juillet 2016



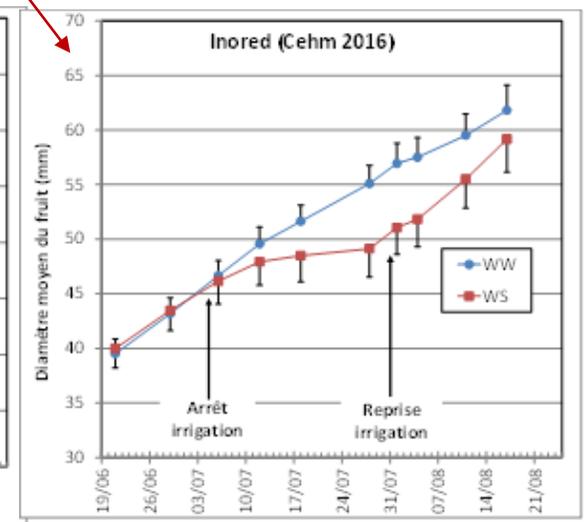
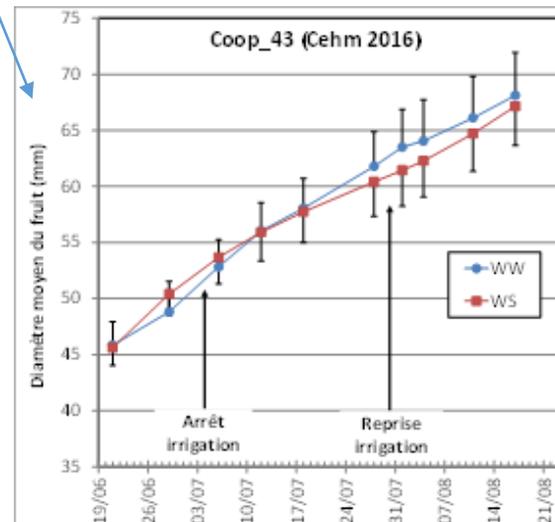
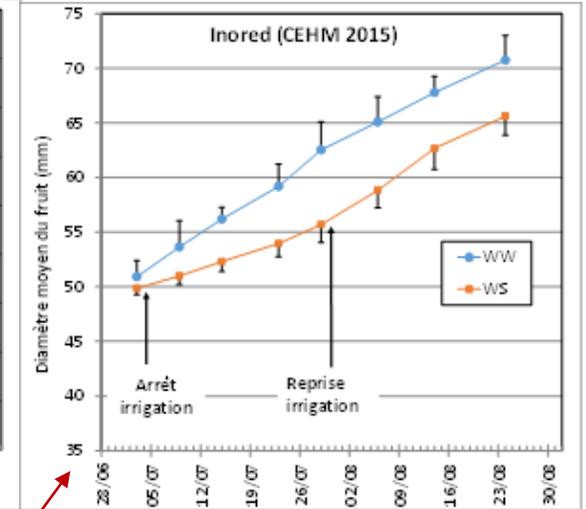
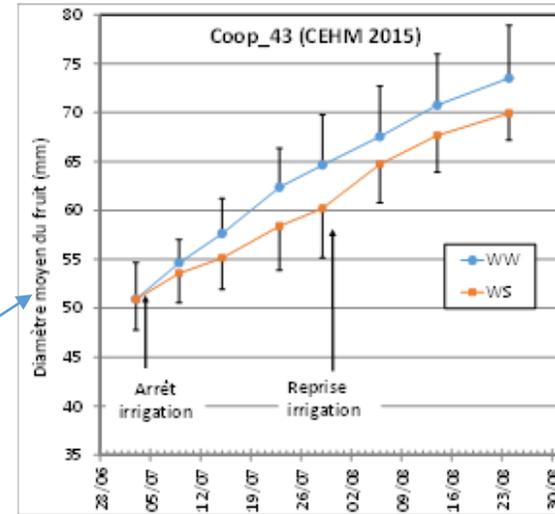
La variété Inored est sous contrainte hydrique légère dès le 7 juillet 2016, et forte par la suite



Résultats (2)

- Réponse des arbres à la contrainte hydrique modérée

- Croissance des organes végétatifs
- Croissance des fruits
 - **Coop 43** : faible impact d'une contrainte hydrique légère
 - **Inored** : croissance fruits très ralentie, sous fort déficit hydrique, puis compensation à la reprise d'irrigation
- Qualité à la récolte
 - Pénalisation fréquente de la colo. rouge des arbres sous contrainte hydrique



Résultats (3)

- Utilisation de 2 systèmes de vecteur + capteurs
 - Drone et capteurs Irstea : chaine de traitement 1
 - Drone et capteurs HiPhen : chaine de traitement 2



Acquisition & traitement des images multispectrale et thermique

Imagerie drone: vol à 40 ou 50m
 Résolution 2cm (VIS) à 10cm (thermique)
 MK hexacoptère

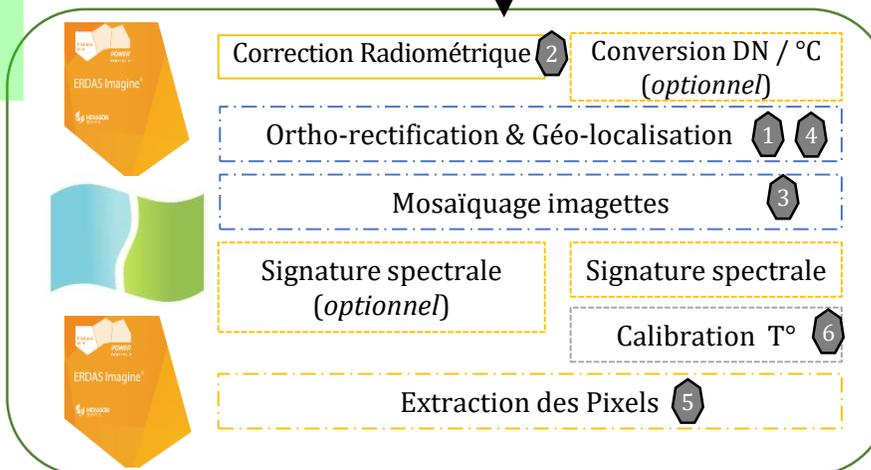


Bref délai de revisite

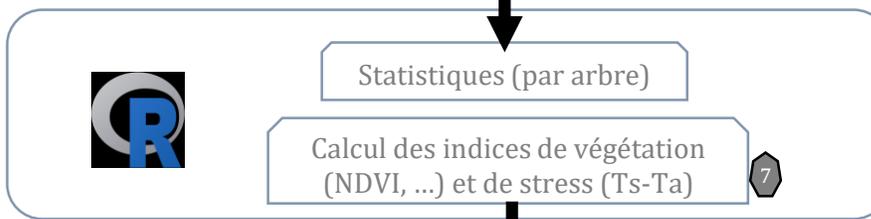


Pré-traitement

Etape chronophage

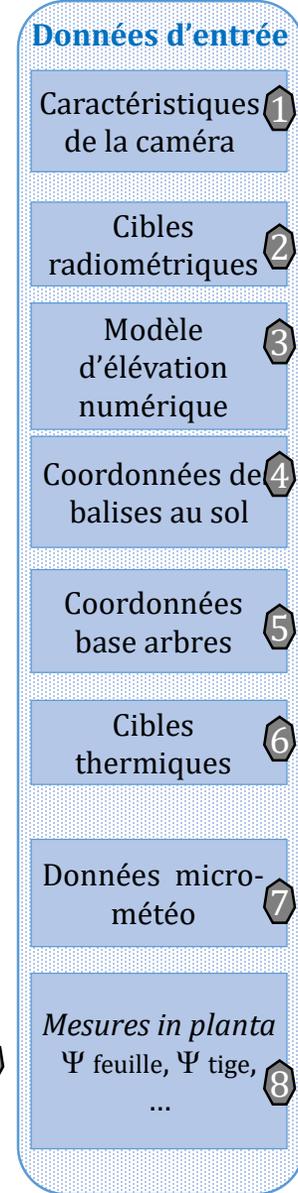


Traitement



Données de sortie

Par arbre / Variété / Régime H₂O - Statut hydrique de l'arbre (Variations du Ψ base et diurne)
 - Indices de végétation et de stress (élévation de la T° feuillage / air) - Suivis agronomiques



(Delalande et al., n.p.)



Résultats (4a) : Analyse des VIs issus de l'imagerie multispectrale (Ex. NDVI)

Variété	Effet testé	NDVI_ms *			NDVI_dp1 **			
		P-value	WW	WS	P-value	WW	WS	
Gradiyel	Arbre	8.10E-01	ns		3.50E-01	ns		
	Régime hydrique	4.21E-07	***	0.63	0.59	1.80E-02	*	0.51
Inolove	Arbre	6.40E-07	***		8.00E-03	**		
	Régime hydrique	<2.2E-16	***	0.64	0.59	8.35E-01	ns	0.53
Inored	Arbre	<2.2E-16	***		1.60E-02	*		
	Régime hydrique	5.05E-01	ns	0.58	0.58	2.90E-02	*	0.44
Coop_39	Arbre	7.13E-01	ns		2.00E-03	**		
	Régime hydrique	<2.2E-16	***	0.70	0.59	2.20E-14	***	0.53
Coop_43	Arbre	1.50E-05	***		1.30E-01	ns		
	Régime hydrique	9.00E-04	***	0.68	0.65	2.00E-02	*	0.48

* Vol du 27 juil. 2015 ** Vol du 28 juil. 2015

Classement identique pour indices NDVI calculés à partir du RGB (Irstea) ou sur bandes spectrales étroites (caméra HiPhen)

Réponse de la biomasse « verte » fonction de la variété : **le NDVI diminue significativement sous l'effet du déficit hydrique (WS)** pour 4 variétés / 5.

Effet « arbre » fréquent, soulignant la nécessité des répétitions

Effets intéressants de variation des indices GNDVI et PRI (non présenté)



Résultats (4b) : données thermiques

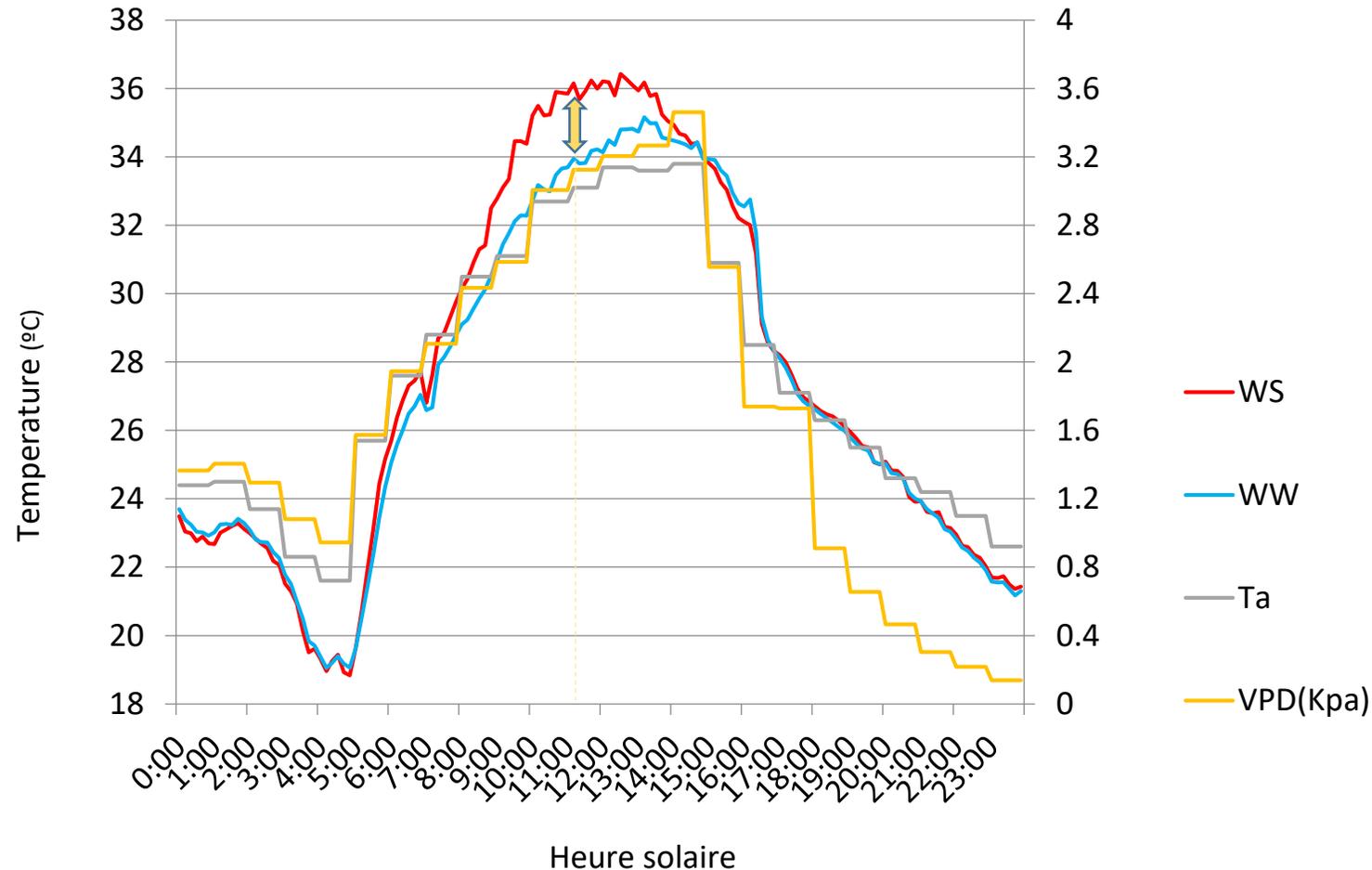
La valeur **WS-WW** s'accroît en fonction de l'intensité du stress hydrique (en cohérence avec les données *in planta*).

- ★★ Fort stress : Dalinette, Inolove, Inored et UEB3264/2
- ★ Stress modéré : Coop 43 et Gradiyel
- Pas de stress : Coop_39 et Cripps Pink.

Varlété	Traitement	02-Juill	16-Juill	22-Juill
T_air		31.40	30.10	33.00
Coop 39	WW	31.16	30.27	33.82
	WS	30.97	30.45	34.08
	différence	-0.18	0.18	0.26
Coop_43	WW	29.85	31.06	34.45
	WS	29.33	31.66	34.97
	différence	-0.52	0.60	0.52
Cripps Pink	WW	29.85	30.23	32.76
	WS	29.64	29.74	33.30
	différence	-0.21	-0.48	0.54
Dalinette	WW	30.31	29.76	32.88
	WS	29.34	30.51	34.31
	différence	-0.97	0.75	1.43
Gradiyel	WW	30.43	30.26	33.67
	WS	30.00	30.76	34.54
	différence	-0.43	0.50	0.87
Inolove	WW	29.89	30.25	33.85
	WS	29.79	31.48	34.82
	différence	-0.10	1.24	0.97
Inored	WW	30.65	31.45	35.42
	WS	30.23	33.07	36.29
	différence	-0.42	1.62	0.87
UEB 3264/2	WW	30.47	30.21	33.39
	WS	29.81	31.62	36.20
	différence	-0.67	1.41	2.81



Résultats (5) : Exploitation des mesures par IR120 sur les arbres



La réponse thermique du feuillage

$WW \rightarrow WS$ est multifactorielle :

- déficit hydrique édaphique
- VPD atmosphérique

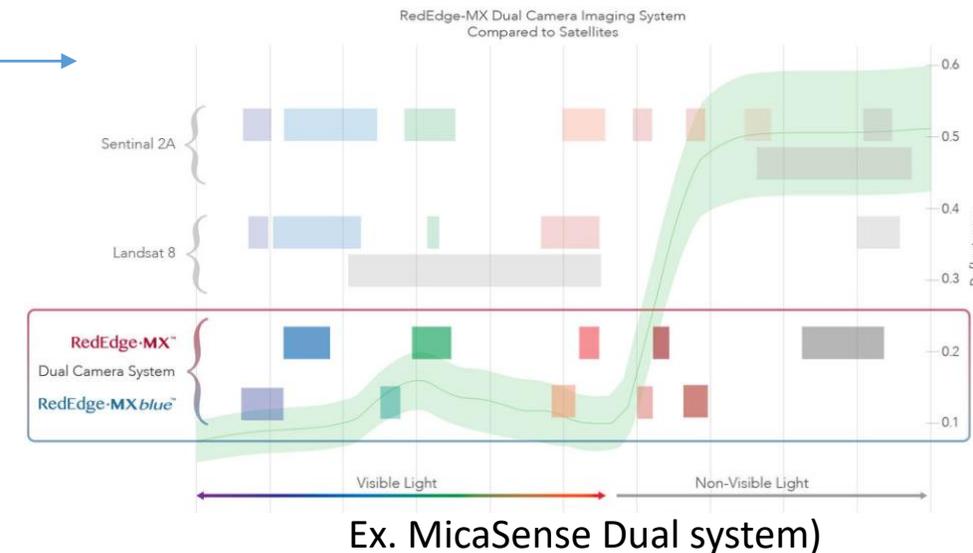
⇒ Différentiel de signal thermique

$WS - WW$ max. en fin de matinée

Suivi diurne : variété UEB32642 (24 juil. 2015)

Acquis et limites de du projet

- Preuve de concept : mise en place d'un stress abiotique en essai variétal
 - Non concomitance d'installation d'une contrainte hydrique s/arbres, informative en tant que telle
 - Importance des répétitions (nb. d'arbres)
- Accessibilité et performances des drones et capteurs
 - Flexibilité (vecteurs) et possibilités (capteurs) →
 - **Réglementation DGAC et formation télépilote**
 - **Contraintes climatiques (absence de vent)**
→ Outsourcing
- Analyse des images
 - Chaîne d'analyse opérationnelle
 - **Coût logiciel et lourdeur des pré- et post-traitements**
 - Richesse de l'information multispectrale et thermique spatialisée
 - Corrélation aux mesures *in planta*



Acquis et limites de du projet

- Réponses variétales au déficit hydrique
 - Variétés à forte transpiration, rapid^t soumises au stress si déficit hydrique
 - Variétés à transpiration régulée, mieux résilientes au aléas d'alimentation en eau
 - Variétés répondant par une réduction de surface foliaire (évitement)
 - Variétés capables de réponse osmotique sous déficit, capables de compenser une perte de croissance après un stress temporaire
 -
- Adaptation : quelles var. pour quels scenarii climatiques ?
- Appréciation complémentaire de la valorisation d'utilisation de l'eau



Perspectives

- Applications en production fruitière, selon l'évolution des coûts
 - **Choix variétal** à la plantation, selon capacités d'adaptation
 - Cartographie parcellaire, évaluation de l'(in)homogénéité, **arboriculture de précision**
 - **Repérage zonal des stress** abiotiques, dûs aux carences ou excès (eau, azote)
 - Extension possible au diagnostic des stress biotiques, si hyperspectral disponible (et fusion RGB)
- Applications d'imagerie pour le phénotypage variétal
 - **Evaluation des coûts imagerie pour les mesures en routine** (Reynolds et al., 2019)
 - **Automatisation nécessaire des prétraitements** (applications open source, en cours)
 - **Développement d'algorithmes de reconnaissance de forme pour classifier la végétation / sol, pour séparer les sous-parcelles, etc . (CNN)**
 - **Etudes génétiques s/ déterminisme et héritabilité des traits de comportement**



Equipe AFEF (UMR AGAP)



+ Stagiaires M2 : A. Pintault, S. Vincourt

Merci !

En lien à Aliage-fruits

ApCoreStress (INRA, 2015-17),
ApStress (Agropolis, 2017-18)
Friendly-fruit (Climate-Kic, 2018-20)

Appui GIS Fruits (stages 2015 et 2016)

Prestations HiPhen (Avignon)



Collaborations dans la suite d'Aliage-fruits

Equipe M2P2 & PAM (UMR AGAP)

UMR AMAP & TETIS (Montpellier)

UE INRA Diascope (Mauguio), UMT Capte (Avignon)

Université de Bologne (Italie) et Cordoue (Espagne)

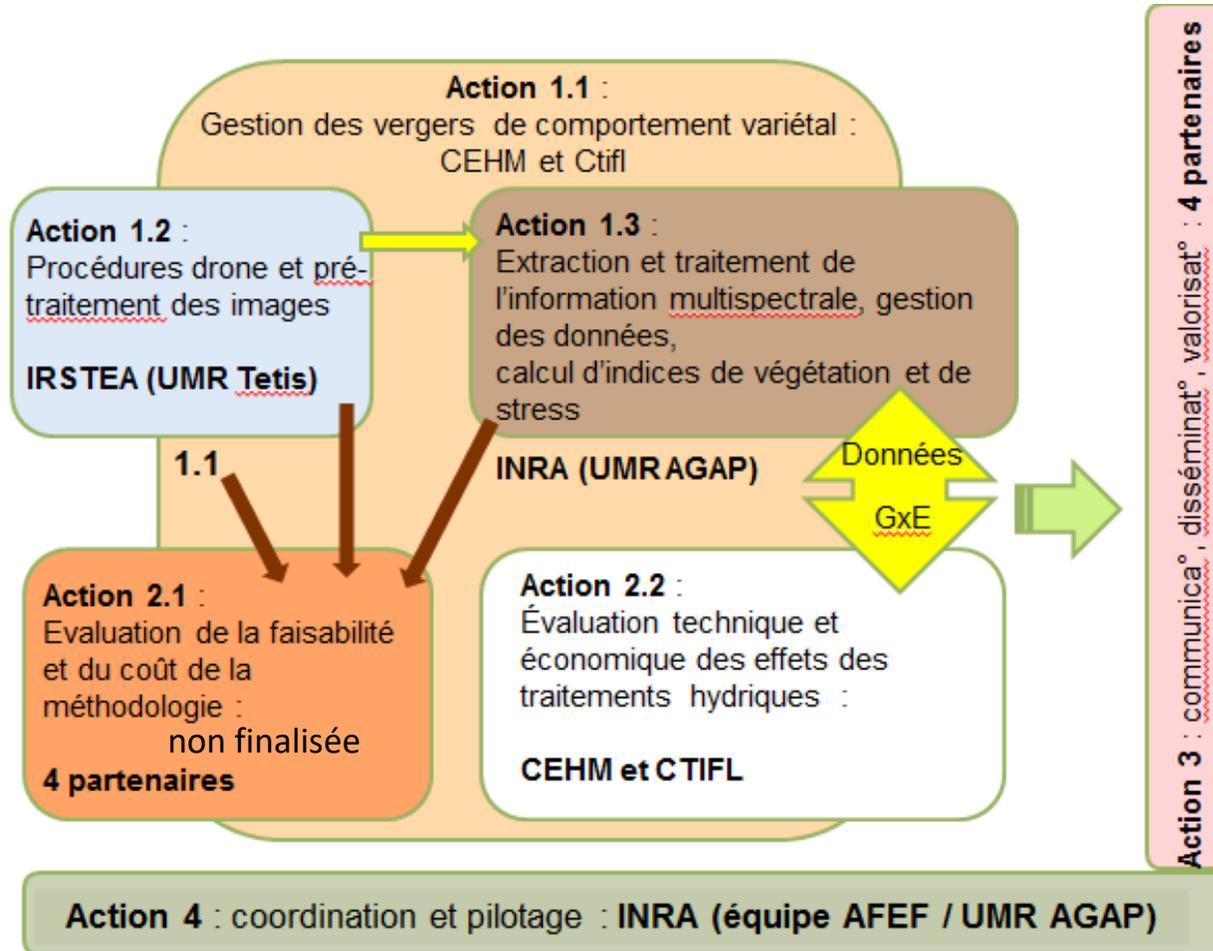
IRTA (Espagne)



Littérature citée

- Coupel-Ledru A., Pallas B., Delalande M., Boudon F., Carrié E., Martinez S., Regnard J.L., Costes E. (2019). Multi-scale high-throughput phenotyping of apple architectural and functional traits in orchard reveals genotypic variability under contrasted watering regimes. *Horticulture Research*, 6: 52.
- Daughtry C.S.T., Walthall C.L., Kim M.S., Brown de Colstoun E., McMurtrey III J.E. (2000). Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment* 74: 229-239.
- Delalande M., Gómez-Candón D., Coupel-Ledru, Labbé S., Costes E., Regnard J.L. (à paraître). Do multispectral and thermal IR high-resolution UAS-borne imagery help in phenotyping the tree response to water stress at field? Case studies in apple diversity population and varietal assays? XXXe Congrès Int. d'Horticulture, Istanbul (Turquie), ISHS, Août 2018.
- Gamon J.A., Peñuelas J., Field C.B. (1992). A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. *Remote Sensing of Environment*, 41: 35-44.
- Gitelson A.A., Keydan, G.P., Merzlyak, M.N. (2006). Three-band model for noninvasive estimation of chlorophyll, carotenoids, and anthocyanin contents in higher plant leaves. *Geophysical Research Letters* 33: L11402.
- Gómez-Candón D., Virlet N., Labbé S., Jolivot A., Regnard J.L. (2016). Field phenotyping of water stress at tree scale by UAV-sensed imagery: new insights for thermal acquisition and calibration. *Precision Agriculture*, 17(6): 786-800.
- González-Dugo V., Zarco-Tejada P., Nicolás E., Nortés P.A., Alarcón J.J., Intrigliolo D.S., Fereres E. (2013). Using high resolution UAV thermal imagery to assess the variability in the water status of five fruit tree species within a commercial orchard. *Precision Agriculture*, 14: 660-678.
- Guadagnini-Palau M., Audergon J.M., et al. 2016. MEDIEVAL : Méthodes et dispositifs innovants pour l'évaluation du matériel végétal fruitier. Analyses et propositions du groupe de réflexion. *GIS Fruits*, 36p. + Annexes
- Haboudane D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J., Strachan, I.B. (2004). Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sensing of Environment* 90: 337-352.
- Idso S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J. Jr., Reginato, R.J., Hatfield, J.L. (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology* 24: 45-55.
- Lopez G., Pallas B., Martinez S., Lauri P.É., Regnard J.L., Durel C.E., Costes E. (2015). Genetic variation of morphological traits and transpiration in an apple core collection under well-watered conditions: Towards the identification of morphotypes with high water use efficiency. *PlosOne*, 10: e0145540.
- Maes W.H., Steppe K. (2012). Estimating evapotranspiration and drought stress with ground-based thermal remote sensing in agriculture: a review. *Journal of Experimental Botany*, 63: 4671-4712.
- Moran M., Clarke T., Inoue Y., Vidal A. (1994). Estimating crop water deficit using the relation between surface air temperature and spectral vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, 49: 246-263.
- Rango A., Laliberte A.S., Steele C., Herrick J.E., Bestelmeyer B., Schmutge T. et al. (2006). Using unmanned aerial vehicles for rangelands: Current applications and future potentials. *Environmental Practice*, 8: 159-168.
- Rebetzke G.J., Jimenez-Berni J., Fischer R.A., Deery D.M., Smith D. J. (2019). Review: High-throughput phenotyping to enhance the use of crop genetic resources. *Plant Science* 282: 40-48.
- Reynolds D., Baret F., Welcker C., Bostrom A., Ball J., Cellini F., Lorence A., Chawade A., Khafif M., Noshita K., Mueller-Linow M., Zhou J., Tardieu F. (2019). What is cost-efficient phenotyping? Optimizing costs for different scenarios. *Plant Science* 282: 14-22.
- Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W., Harlan J.C. 1974. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. *NASA/GSFC Report*, 371p.
- Virlet N., Lebourgeois V., Martinez S., Costes E., Labbé S., Regnard J.L. (2014). Stress indicators based on airborne thermal imagery for field phenotyping a heterogeneous tree population for response to water constraints, *Journal of Experimental Botany*, 65 (18): 5429-5442.

Organisation générale du projet Aliage Fruits

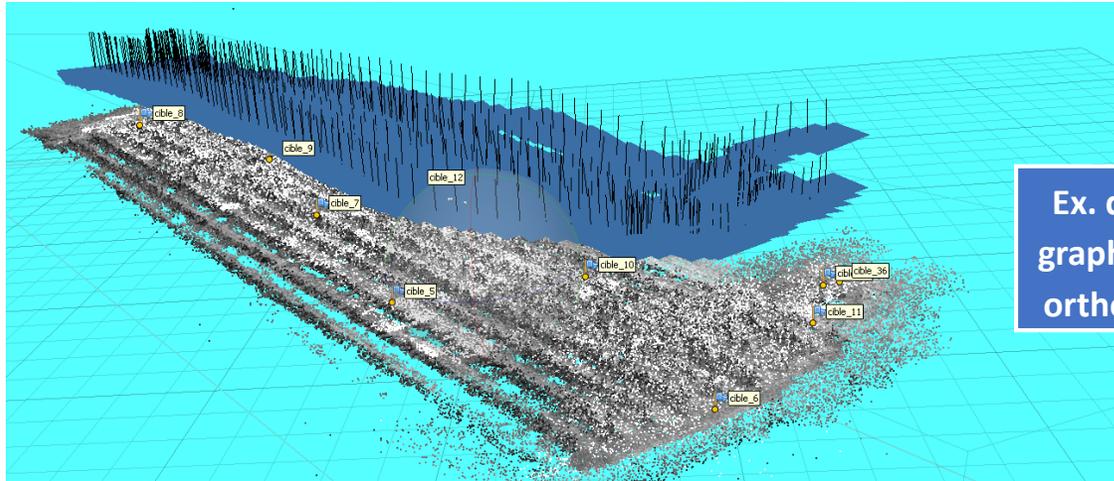
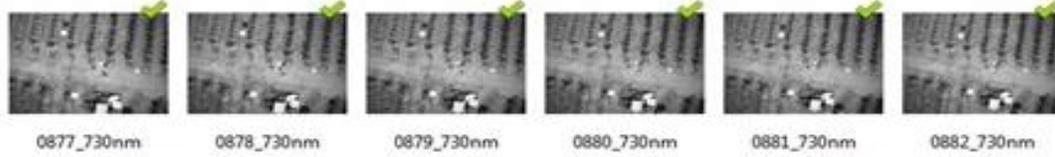


Missions d'imagerie aéroportée effectuées au cours du projet Aliage-Fruits

Site expérimental	Campagne d'acquisition 2015			Campagne d'acquisition 2016		
	Dates	Nb_vols	Matériel et opérateur	Dates	Nb_vols	Matériel et opérateur
Cehm –SudExpé Marsillargues	30-juin	3	Irstea/Inra	28-juin	1	Irstea/Inra
	07-juil	4	Irstea/Inra	07-juil	2	Irstea/Inra
	20-juil	4	Irstea/Inra	20-juil	3	Irstea/Inra
	27-juil	2	HiPhen	26-juil	2	HiPhen
	28-juil	4	Irstea/Inra	01-août	1	HiPhen
Ctifl Balandran Bellegarde	02-juil	3	Irstea/Inra	05-juil	2	Irstea/Inra
	16-juil	4	Irstea/Inra	18-juil	2	Irstea/Inra
	22-juil	3	Irstea/Inra	NA	NA	NA
	29-juil	3	Irstea/Inra	01-août	1	Irstea/Inra



Stratégie d'étude : traitement des images



Ex. de sortie graphique des ortho-images

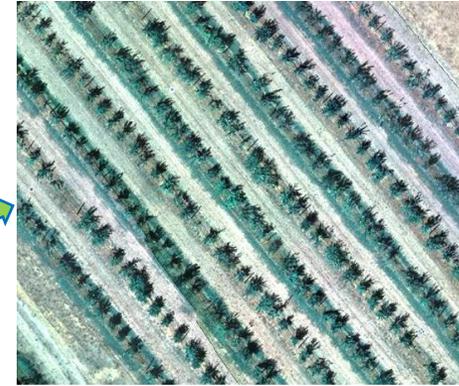


Image reconstituée en Rouge, Vert, Bleu (RVB : stack 675 + 530 + 450nm)

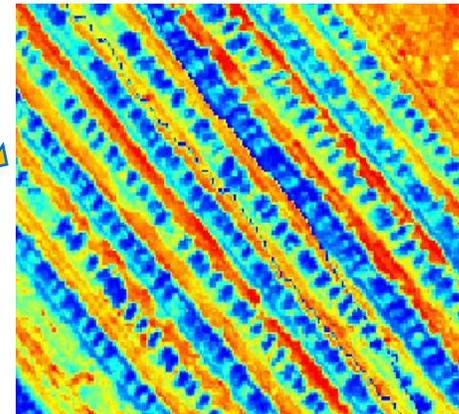
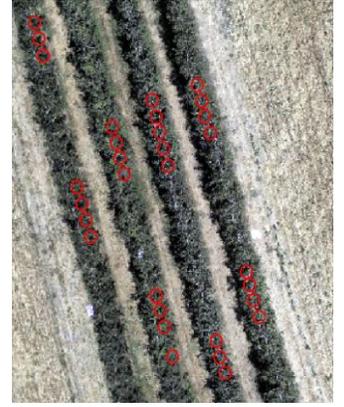


Image reconstituée en Infra-rouge thermique

(-) température (+)

Indices de végétation : NDVI, MCARI2, GNDVI, PRI ...



Indices de stress : Ts-Ta, CWSI, WDI, ...

Indices utilisés comme valeurs phénotypiques (Virlet et al. 2014)

calcul sur chaque individu-arbre. (Pixels # 2.5cm)

Alignement, correction géométrique et radiométrique, géoréférencement, ...
Construction du nuage de points en 3D
Images : M. Delalande

600 images * 7 canaux => 42000 imagerie
(Vol UE Diascope, 25m)

Parcelle expé. INRA de 242 var. * 2 régimes hydriques * 2 réps.
(projets ApStress et ApCoreStress)

