CulturTruf : le programme d'expérimentation financé par FranceAgriMer

Claude Murat[1], Fabrice Lheureux[2], Michel Tournayre[3]

En 2015, une proposition d'expérimentation nationale a été construite conjointement entre la Fédération française des Trufficulteurs (FFT), l'INRA et le CTIFL pour répondre à l'appel d'offres "expérimentation" de FranceAgriMer. Pour rappel, FranceAgriMer est l'établissement national des produits de l'agriculture et de la mer exerçant ses missions pour le compte de l'État, en lien avec le ministère de l'Agriculture. Cet établissement a comme principales missions de favoriser la concertation au sein des filières agricoles, d'assurer la connaissance et l'organisation des marchés et de gérer les aides publiques nationales et communautaires. Le projet qui a été soumis s'intitule CulturTruf ("Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes") et associe les régions trufficoles françaises et leurs techniciens, aux organismes nationaux que sont la FFT, l'INRA et le CTIFL. Après des évaluations très positives, nous avons eu le soutien financier de FranceAgriMer. Il est important de noter que seul 50 % des projets nationaux soumis ont été financés, ce qui met en avant l'importance de la filière trufficole pour FranceAgriMer qui reconnaît la qualité du travail effectué depuis de nombreuses années dans le réseau d'expérimentation.

Les objectifs du projet CulturTruf sont de comprendre comment évolue le bilan hydrique et la truffe dans différentes truffières de *T. melanosporum, T. aestivum et T. aestivum* var. *uncinatum* en fonction d'itinéraires techniques adaptés à différents climats. Un site naturel de production de *T. magnatum* du Sud-Est de la France sera aussi inclus dans le projet. Dans ce projet, nous travaillerons dans un premier temps sur 12 sites bons producteurs répartis dans les différentes régions trufficoles françaises. Le bilan hydrique sera modélisé grâce à des sondes mesurant l'humidité du sol, des sondes de flux de sèves pour estimer l'évapotranspiration et des relevés météorologiques. Les différentes phases du cycle biologique de ces truffes, comme le développement mycélien des deux types de compatibilité dans le sol, le développement des ectomycorhizes et la formation d'ascocarpes en fonction de l'évolution des conditions climatiques et sous des itinéraires techniques différents, seront mesurés. Nous espérons ainsi mieux comprendre comment se comportent la truffe et le bilan hydrique dans des conditions favorables à la production d'ascocarpes et ainsi identifier des points clefs ou une tendance commune. Ceci nous permettra dans la deuxième partie du projet d'optimiser et rationaliser les

Processus de production des truffes

Plantation

Site naturel

Techniques culturales

Irrigation
Taille
Travail du sol

Adaptation génétique

Verrou 1: initiation de la reproduction sexuée

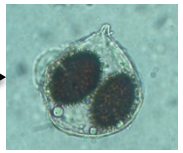
Techniques culturales

Irrigation
Taille
Travail du sol

Adaptation génétique

Verrou 2: croissance des truffes liées à l'arbre

Dispersion des spores



Exemple:
Sécheresse

Comment le climat influence-t'il la production de truffes?

Annals of a conference (2008) about the future of *Tuber* species in Europe in the context of global warming

CORRESPONDENCE:

Drought-induced decline in Mediterranean truffle harvest

To the Editor — With a price of up to €2,000 kg^{-1} the Périgord black truffle (*Tuber melanosporum*; hereinafter truffle) is one of the most exclusive delicacies[1]. However, harvests of this ectomycorrhizal ascomycete have declined in its natural Mediterranean habitat[2], despite cultivation efforts since the 1970s[3]. Satisfying explanations for the long-term decrease in both natural and planted truffle yields are lacking. Understanding microbial below-ground processes remains challenging because experimental settings generally don't have the necessary degree of real-world complexity[4], long enough mycological observations are scarce[3] and quantitative information from natural truffle habitats and plantations is usually not available[3,5,6].

Here we seek to understand how climate can affect truffle production, either directly, or indirectly via their symbiotic host plants. We did this by analysing annual inventories of regional truffle harvests from northeastern Spain (Aragón), southern France (Périgord), and northern Italy (Piedmont and Umbria) (Supplementary Fig. S1 and Table S1). We found that changes in truffle production (tons yr^{-1} from 1970–2006) were most similar between Aragón and Périgord ($r = 0.59$; $p < 0.001$), and non-significant between Périgord and Piedmont–Umbria ($r = 0.12$). The observed regional-scale coherency probably originates from common climatic cues that synchronize truffle fruiting among large parts of the western Mediterranean Basin. Spanish and French truffle harvests showed significant positive correlation with summer rainfall ($r = 0.72$ and 0.43; $p < 0.001$), whereas lower agreement was found between Italian truffle production and precipitation ($r = 0.22$; Supplementary Fig. S2). These different sensitivity levels seem reasonable as the Italian truffières are generally experiencing twice as much summer rainfall as the Spanish areas, with the French sites ranging in between (Supplementary Fig. S3).

When averaging the three truffle records (Supplementary Table S1), their subcontinental mean correlates positively and negatively at the 99.9% significance level with gridded June–August precipitation totals and temperature maxima ($r = 0.60$ and -0.57), respectively (Fig. 1a,b). Natural and cultivated Mediterranean truffle yields — seasonally restricted to November–February[7] — depend on variations in summer climate[8], with wet and cold conditions promoting fruit body formation. Given the symbiotic fungi–host association[9], we postulate that competition for summer soil moisture between host plants and their mycorrhizal

© 2012 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

Mycorrhiza
DOI 10.1007/s00572-014-0568-5

ORIGINAL PAPER

Climatic variations explain annual fluctuations in French Périgord black truffle wholesale markets but do not explain the decrease in black truffle production over the last 48 years

Francois Le Tacon · Benoît Marcais · Michel Courvoisier · Claude Murat · Pierre Montpied · Michel Becker

Comment contrecarrer les effets néfastes du climat?

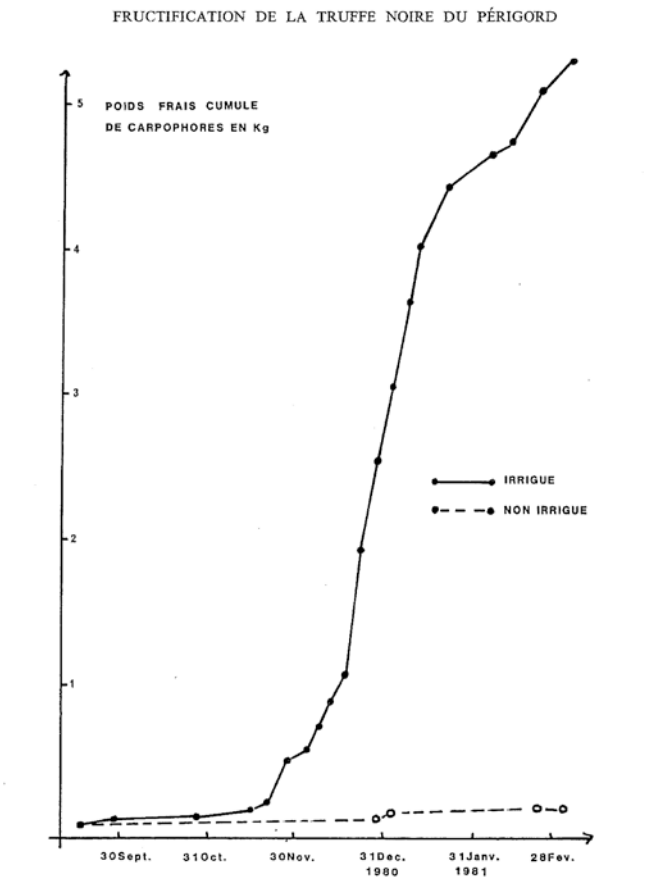


FIG. 9. — Récolte 1980-1981 : Poids frais cumulé de truffes (*Tuber melanosporum* Vitt.) en fonction du temps en zone irriguée et non irriguée.

Maintenir le pF < 3,5

pF : potentiel matriciel ou potentiel capillaire défini comme l'énergie résultat de la pression de l'eau due aux effets de liaison autour des particules solides et aux effets de capillarité dans les pores.

Apports d'eau dans une truffière *de Tuber melanosporum* (Le Tacon et al. 1982)

Comment contrecarrer les effets néfastes du climat?

différencie pas la part de l'eau adsorbée de celle de l'eau capillaire; il reflète l'affinité globale de l'eau pour l'ensemble de la matrice solide du sol (Or & Wraith, in Sumner, 2000; Soutter et al., 2007). En pratique, le pF est de moins en moins utilisé; on lui préfère les mètres d'eau ou, mieux encore, les kPa ou les MPa. Le tableau 3.8 donne quelques valeurs importantes du pF.

Tableau 3.8 Quelques valeurs du potentiel matriciel, exprimées par la force de rétention *F* et le pF.

Etat de l'eau ou limite	Force *F* (MPa)	Force *F* (bars)	Force *F* (g/cm^2)	pF
Saturation maximale	– 0,001	– 0,01	– 10	1,0
Capacité au champ	– 0,006	– 0,06	– 63	1,8
Point de ressuyage	– 0,05	– 0,5	– 500	2,7
Rupture du lien capillaire	– 0,25	– 2,5	– 2 500	3,4
Pt de flétrissement temporaire	– 1	– 10	– 10 000	4,0
Pt de flétrissement permanent	– 1,6	– 16	– 16 000	4,2
Terre séchée à l'air	– 100	– 1 000	– 1 000 000	6,0

Tableau 3.9 Point de flétrissement permanent de quelques espèces.

Groupe écologique	Espèces	Pt de flétrissement permanent (MPa)
Espèces aquatiques	*Nymphaea alba*	– 0,7
	Nuphar luteum	– 1,1
Espèces mésophiles	*Anemone nemorosa*	– 1,5
	Achillea millefolium	– 1,5
	Lolium perenne	– 1,9
Espèces mésoxérophiles	*Vitis vinifera*	– 1,9
	Picea abies	– 2,2
	Prunella grandiflora	– 2,3
Espèces xérophiles	*Buxus sempervirens*	– 3,4
	Quercus coccifera	– 4,4
	Hippocrepis comosa	– 5,6
	Potentilla arenaria	– 8,1
	Aster linosyris	– 10,2
	Artemisia herba-alba	– 16,3
Champignons	Moisissures de la confiture	– 10,0

D'après « Le sol vivant » Gobat et al. 2010

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Objectifs:

-> Déterminer le **régime hydrique optimal** ainsi que la **dynamique du mycélium optimal** pour la production de truffes

-> **Optimiser la gestion des truffières** pour maintenir ce régime hydrique et cette dynamique du mycélium

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Phases	Phase 1										Phase 2											
Années	2016										2017										2018	
Mois	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
T1						2																		
T2																			6					
T3																			7					
T4																								
T5			1			3						4					5							8

Phases	Phase 3												Phase 4											
Années	2018										2019												2020	
Mois	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
T1					10																			
T2							12												17					
T3							13												18					
T4								14												19				
T5		9			11							15					16							20

Années	2020										2021	
Mois	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
T1												
T2							23					26
T3							24					27
T4								25				28
T5			21		22							29

Phase 1: 181 000 € -> 106 000 € reversé en région
Projet de 5 ans avec demande de financement tout les ans

Phase 2: 163 583 € d'aide demandé pour la phase 2

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Tâche 1 : Choix et mise en place des sites expérimentaux

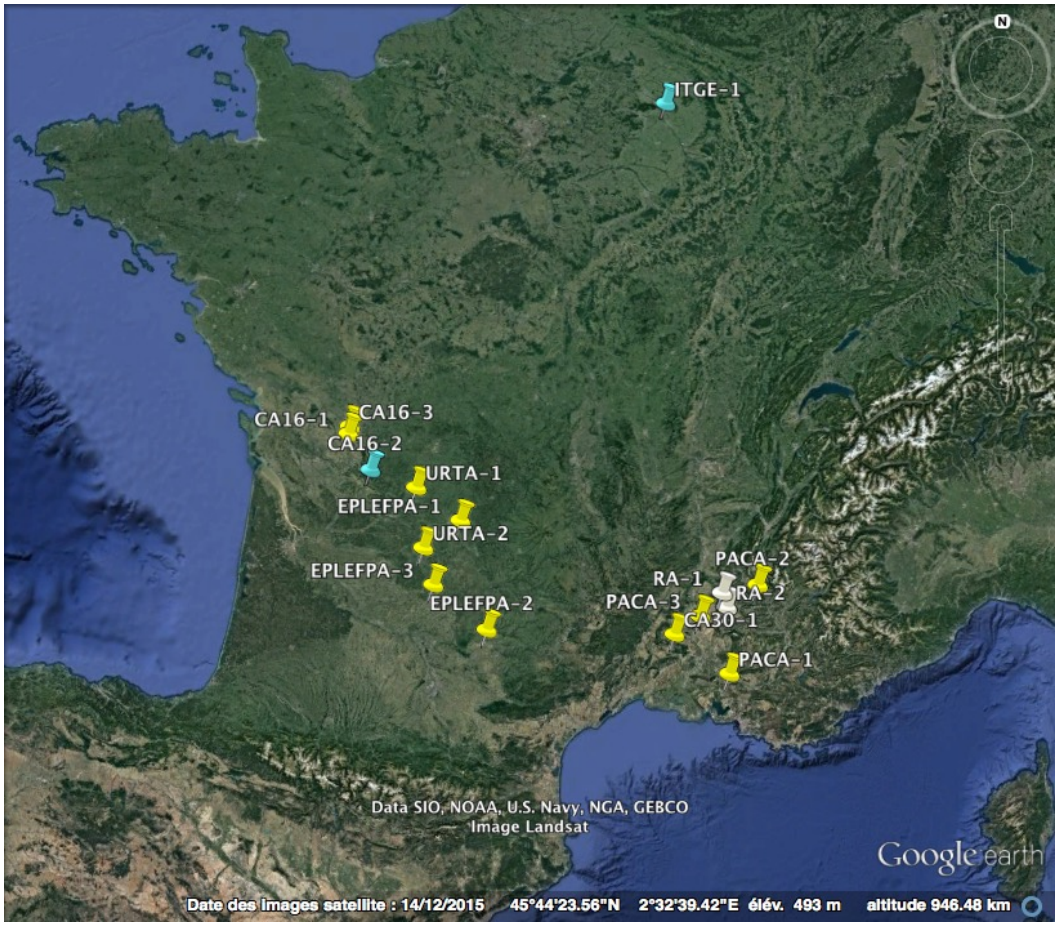
Tâche 2 : suivi du potentiel et du déficit hydrique en fonction des itinéraires techniques

Tâche 3 : suivi des différentes phases du cycle biologique des truffes en fonction des itinéraires techniques

Tâche 4 : Optimisation des itinéraires techniques (ne fait pas partie de la demande d'aide pour l'instant)

Tâche 5 : Supervision du projet

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes



11 sites *T. melanosporum*
1 site *T. aestivum var uncinatum*
1 site *T. aestivum*
2 sites *T. magnatum*

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

3 arbres producteurs par site
PACA-1 et CA16-1 3 arbres témoins non irrigués

Total: 45 arbres et 90 sondes installés

Pluviomètres

2 tensiomètres (Nord, Sud)

Régime hydrique (pF)
Suivre mycélium dans le sol mensuellement
Suivre les ECMs et les ascocarpes

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Pourquoi des tensiomètres?

Sondes capacitives: mesure de l'humidité volumique

-> cette mesure n'est pas universelle et pour comparer deux sites il faut calibrer pour chaque site

Tensiomètres: accès direct au pF du sol qui est une mesure universelle

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Quelles tensiomètres?

La plupart des tensiomètres décroches (ne mesurent pas) au delà de pF 3 or nous voulons des tensiomètres montant plus haut en pF.

Le Tacon et al. 1982: sondes à platre qui ne sont plus commercialisées

Sondes MPS6 de DECAGON sont commercialisées pour mesurer jusqu'à pF = 6

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Installation des sites

PACA-1

CA30-1

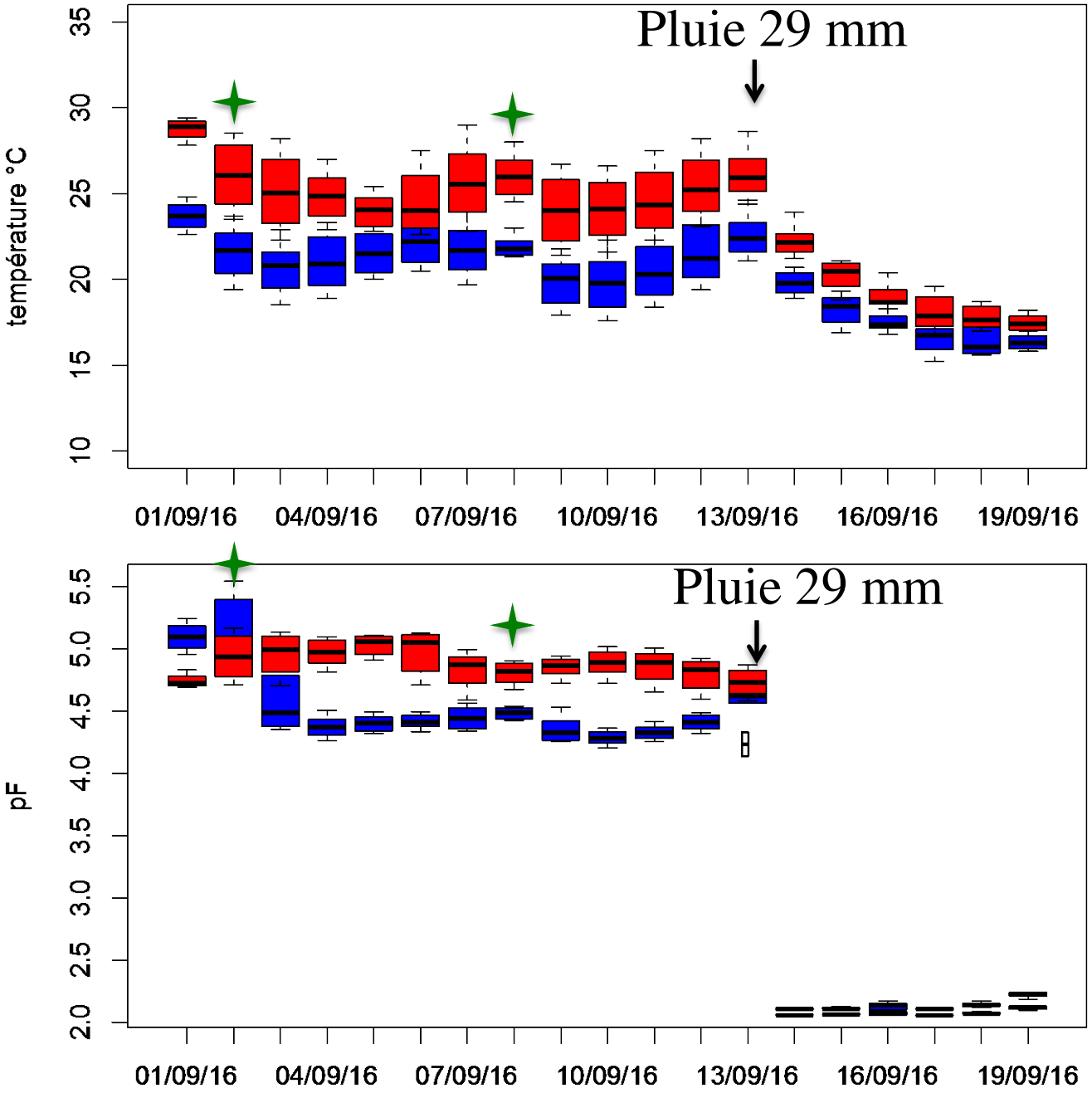
Camille Communal (Technicienne INRA)

CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Installation des sites

Le président a activement participé…

Premiers résultats : CA16-1 (arbre 1)



Sonde nord

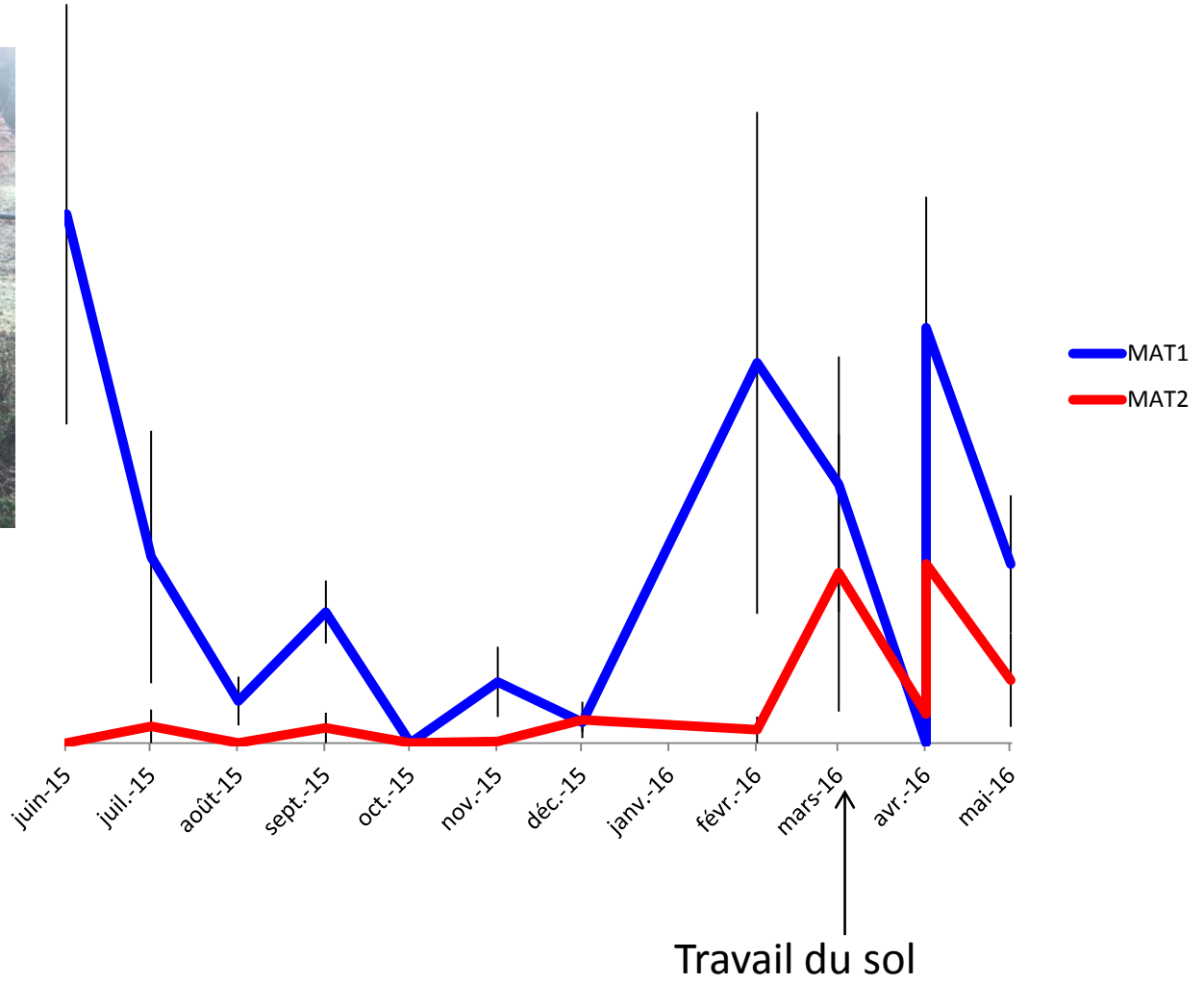
Sonde sud

Irrigation goutte à goutte 10 mm

Premiers résultats : PACA-3 (arbre 2)

Dynamique du mycélium du sol

Dominique Barry
ALCINA



CultuTruf: Effet des techniques culturales sur le bilan hydrique des truffières et le cycle biologique des truffes

Il s'agit d'un projet de recherche participative

Malheureusement nous ne pouvons pas financer l'installation de plus de 15 sites mais si des associations ou des privés sont intéressés nous pouvons faire une commande groupée de sondes. Me contacter pour cela.

0674588149
claude.murat@nancy.inra.fr