

De la naissance à la mort des truffières naturelles

Tour d'horizon

3 années de recherche sur la Truffe au CEFE



**Marc-André
SELOSSE**



**Franck
RICHARD**



**Mathieu
SAUVE**

**Elisa
TASCHEN**



FONDATION
DE
FRANCE

um2
UNIVERSITÉ MONTPELLIER 2
SCIENCES ET TECHNIQUES

Agence Nationale de la Recherche
ANR



CENTRE D'ÉCOLOGIE
FONCTIONNELLE
& ÉVOLUTIVE



la Région
Languedoc
Roussillon



Tuber melanosporum



Fructification: Ascocarpe hypogé



Appareil végétatif:
Ectomycorrhizes (ECMs) Mycélium



A. Guillen



Actuellement 80% de la production proviennent de plantations.

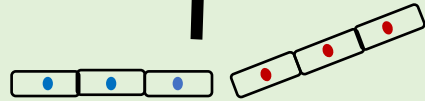




Maturation



Reproduction

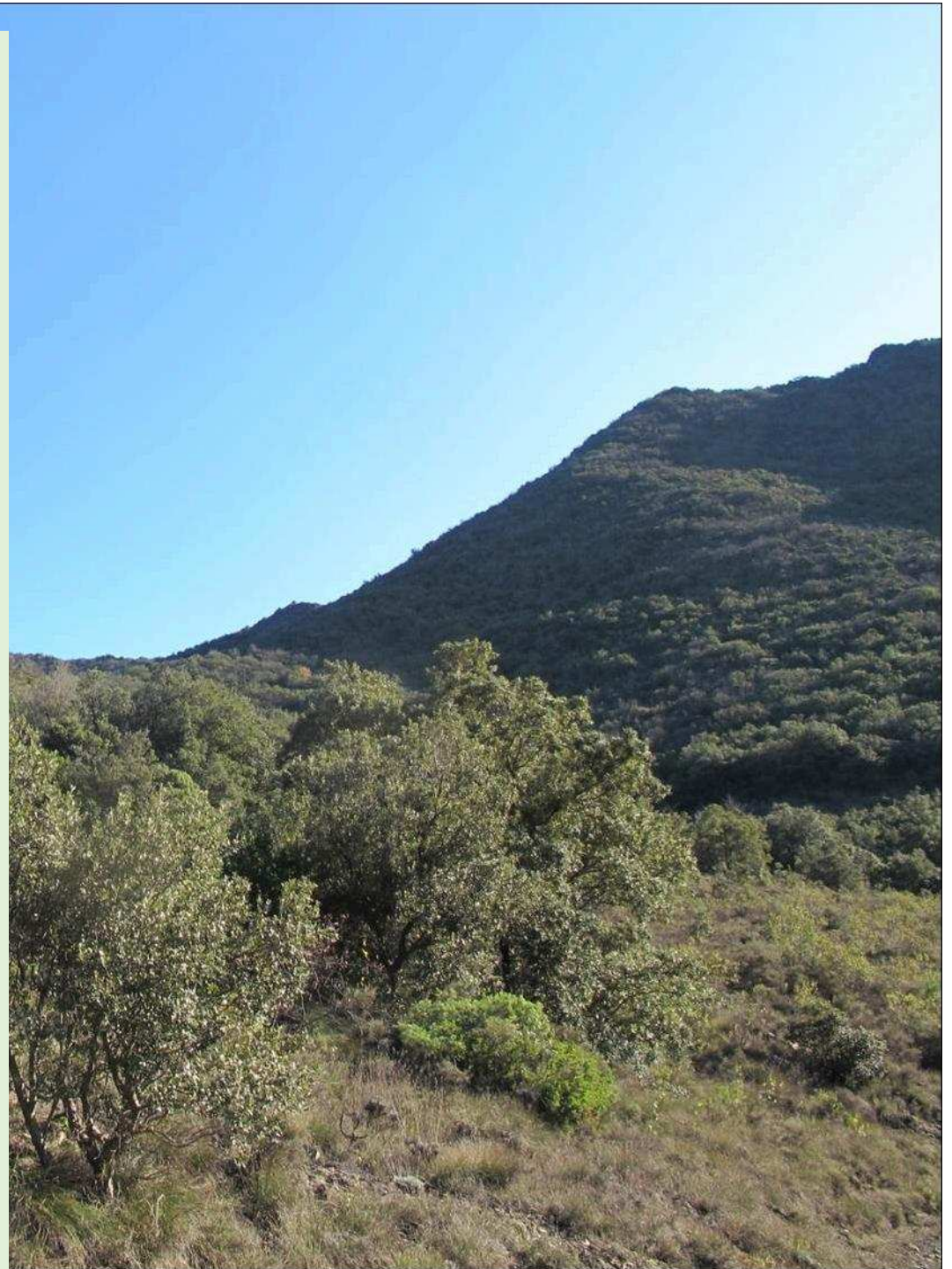
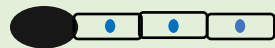


Persistence

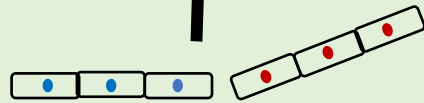


Mycorhizes
& mycélium

Inoculum



Maturation



Reproduction

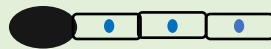


Persistence



Mycorhizes
& mycélium

Inoculum



Quels sont les traits écologiques des Tuber?



Extraction ADN

Séquençage de l'ADN

Identification

Comment identifier les espèces?

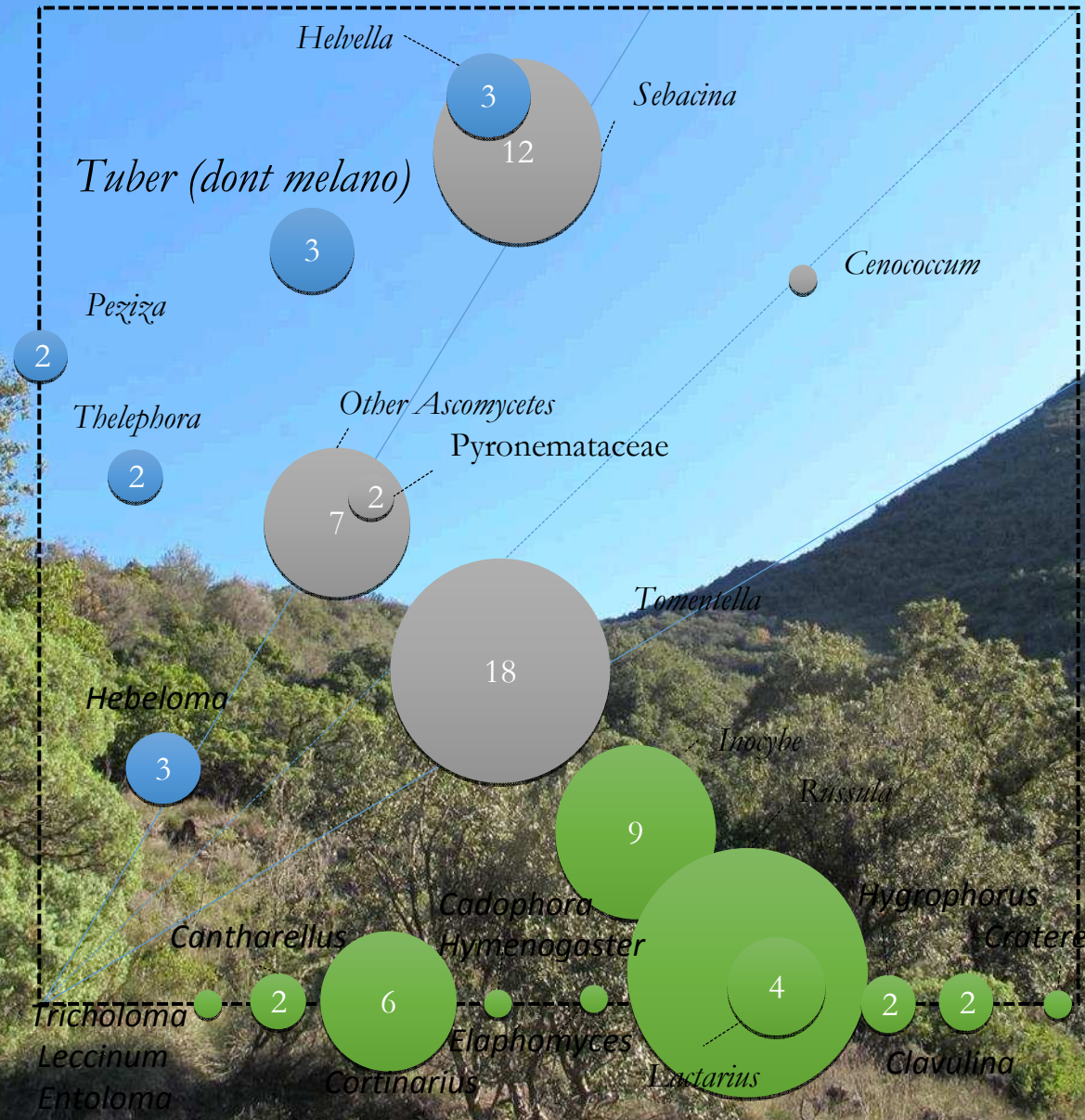
Site expérimental de Puéchabon: une forêt méditerranéenne dédiée à la recherche en écologie



1. Quel effet de la perturbation du sol?

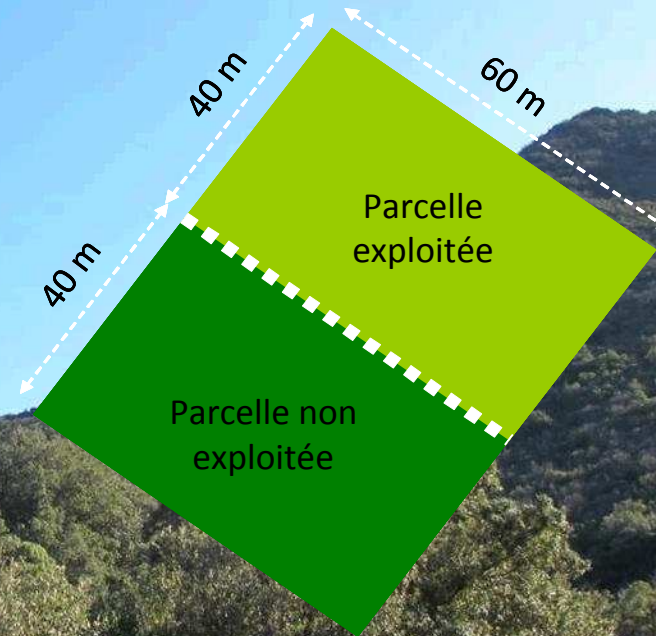


Abundance après la perturbation (log d'abondance)



Abundance avant la perturbation (log d'abondance)

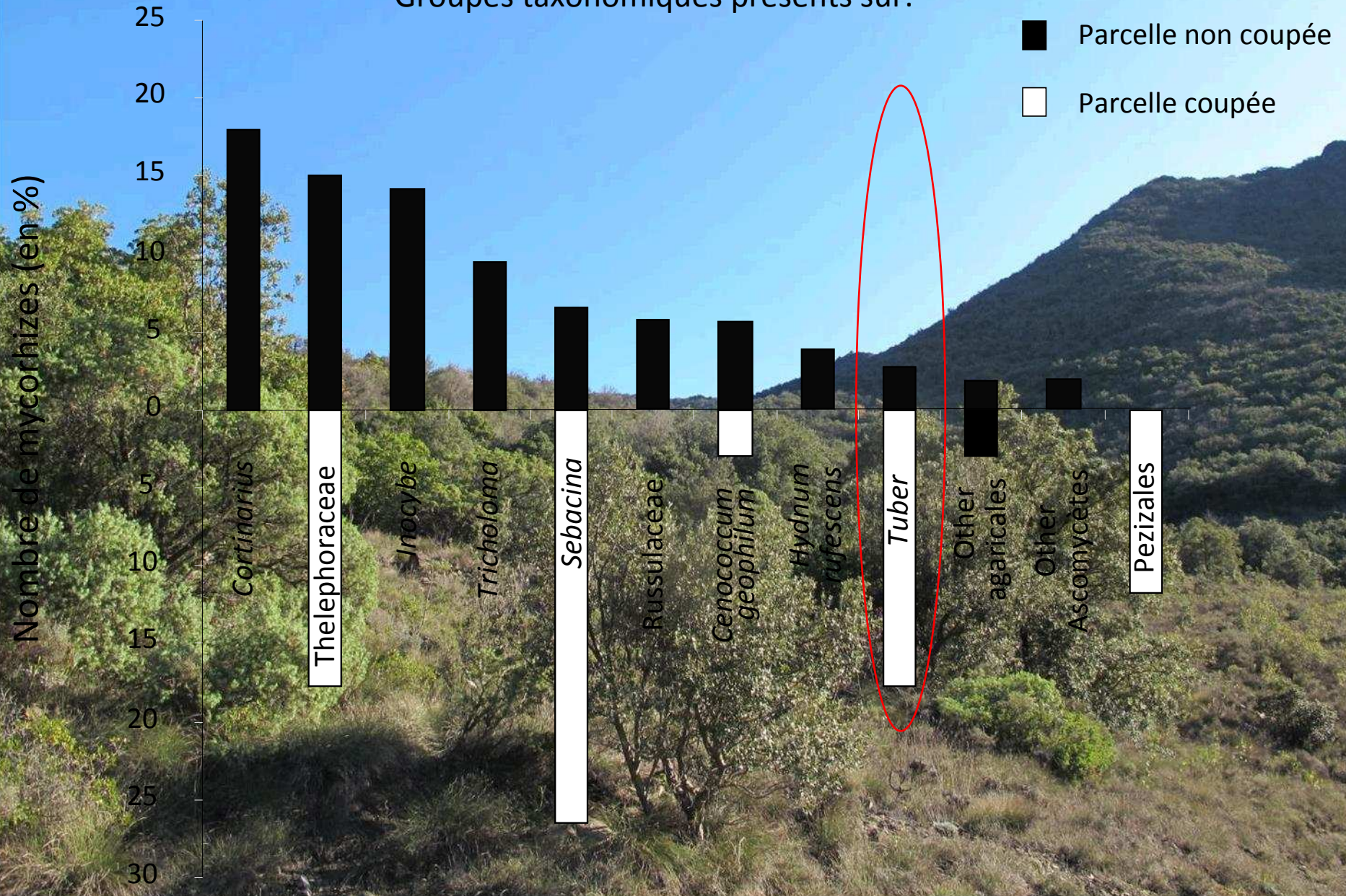
1. Quel effet de la perturbation du sol?



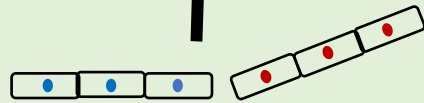
2. Quel effet de la coupe rase?

La coupe rase modifie la composition des communautés ectomycorhiziennes.

Groupes taxonomiques présents sur:



Maturation



Reproduction

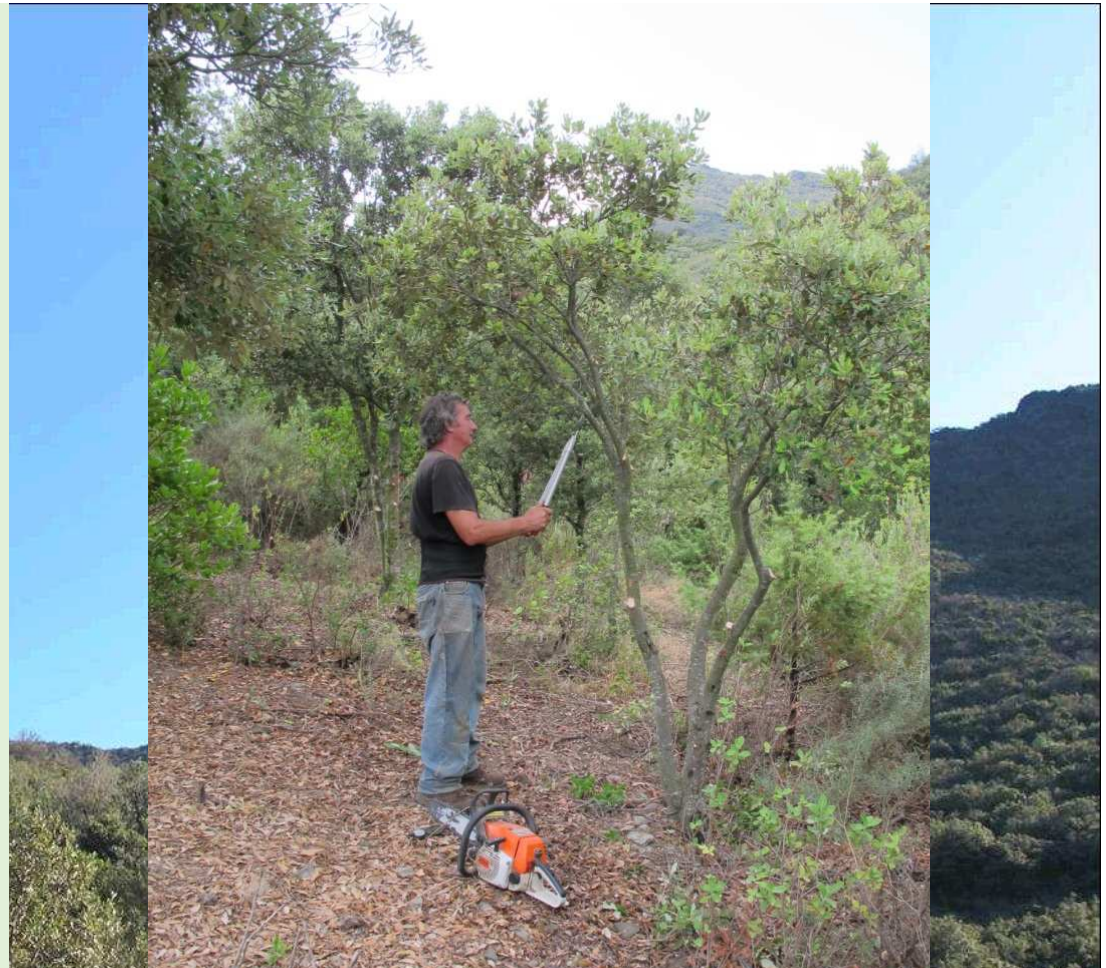
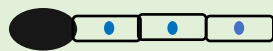


Persistence



Mycorhizes
& mycélium

Inoculum



Tuber,
un genre d'espèces pionnières,
favorisées par l'ouverture du milieu
et les perturbations du sol.





1929



1992

De 1948 à 2002:

-Une multiplication par 4 des surfaces de forêts fermées

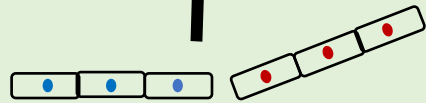
-Une diminution de 21% des habitats intermédiaires

Sirami *et al.* (2007, 2010)

Fig. 2. Typical landscape changes in the Garrigues (Saint-Bauzille-de Putois, Hérault) between 1929 and 1992 (winter views)



Maturation



Reproduction

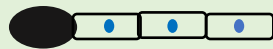


Persistence



Mycorhizes
& mycélium

Inoculum



Quelle est la place de la Truffe Noire dans les écosystèmes forestiers où elle fructifie de façon spontanée?

- Avec quels champignons ectomycorhiziens?
- Sur quelles plantes hôtes?

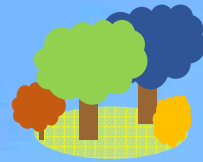


Au cours de la vie du brûlé...



A

**Brûlé non producteur
«immature»**



B

Brûlé producteur



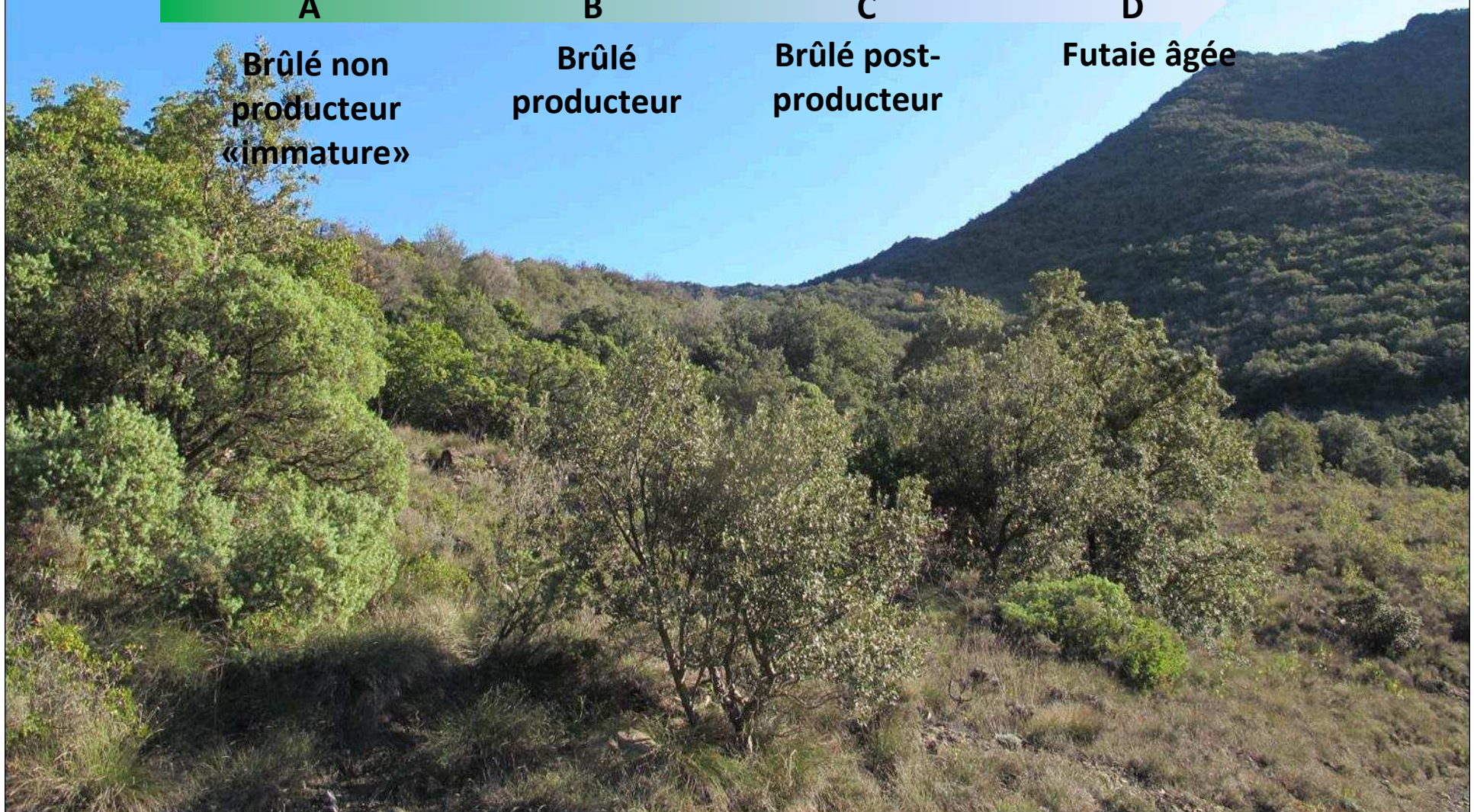
C

Brûlé post-producteur



D

Futaie âgée



Au cours de la vie du brûlé...



A

Brûlé non producteur
«immature»



B

Brûlé producteur



C

Brûlé post-producteur



D

Futaie âgée

Fagales



Quercus ilex



Q. coccifera

Malvales



Cistus albidus

Ericales



Arbutus unedo

Etude de la communauté ectomycorhizienne des 4 plantes communément présentes (Pyrénées-Orientales).



Brûlé non producteur «immature»
Brûlé producteur
 Brûlé post-producteur
 Futaie âgée

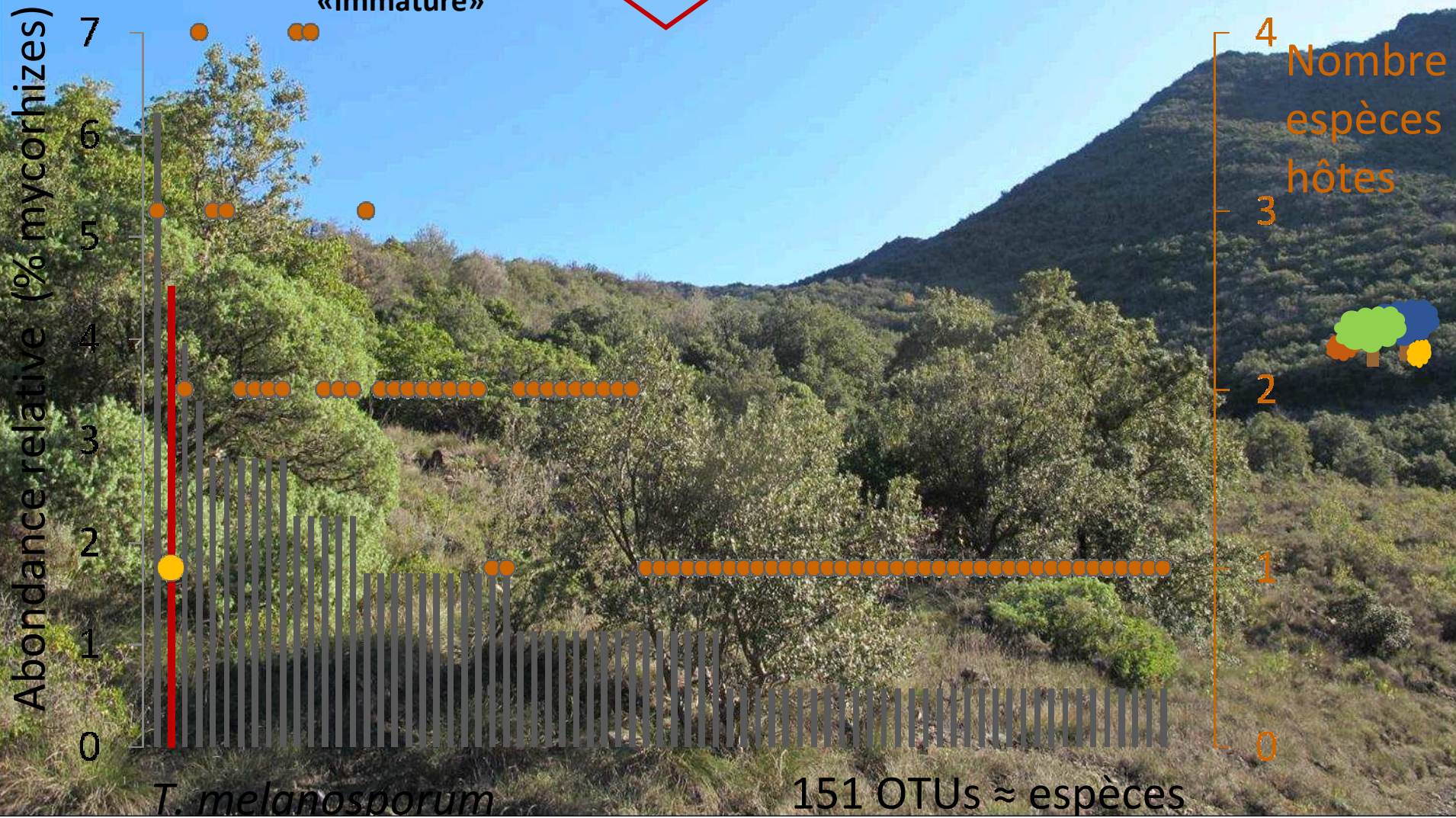




Photo: JF Tourrette

Détection de mycélium *Tuber melanosporum* sur 30 espèces non ectomycorhiziennes (100% des espèces testées)

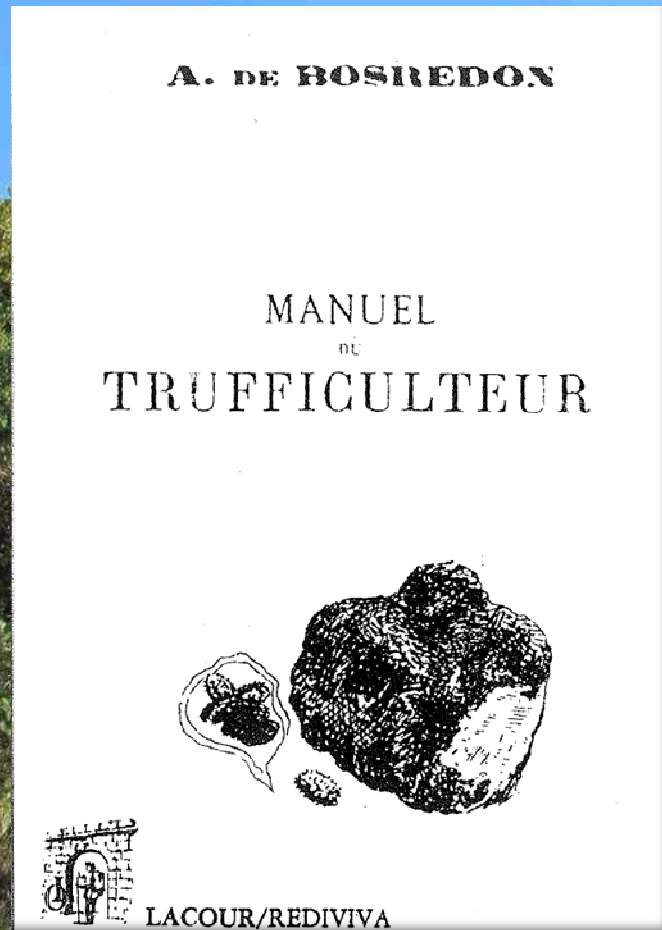


44 % des racines

<i>Spartium junceum</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Arenaria serpyllifolia</i>
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Catapodium rigidum</i>
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Bupleurum fruticosum</i>
<i>Cerastium sp.</i>	<i>Brachypodium phoeniceum</i>
<i>Erodium sp.</i>	<i>Linaria simplex</i>
<i>Rubia peregrina</i>	<i>Arabis hirsuta</i>
<i>Hedera helix</i>	<i>Sedum sediforme</i>
<i>Medicago sp.</i>	<i>Viola sp.</i>
<i>Rosa canina</i>	<i>Geranium rotundifolium</i>
<i>Hieracium sp.</i>	<i>Centhrantus calcitrapa</i>
<i>Veronica cymbalaria</i>	<i>Reseda alba</i>
<i>Linaria supina</i>	<i>Pimpinella sp.</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Sedum brevifolium</i>
<i>Euphorbia nicaensis</i>	<i>Bromus intermedius</i>

➤ Quelle est la nature de l'interaction?

Les trufficulteurs manipulent et orientent le cortège floristique des truffières.



1887



Une expérience en milieu contrôlé est en cours...

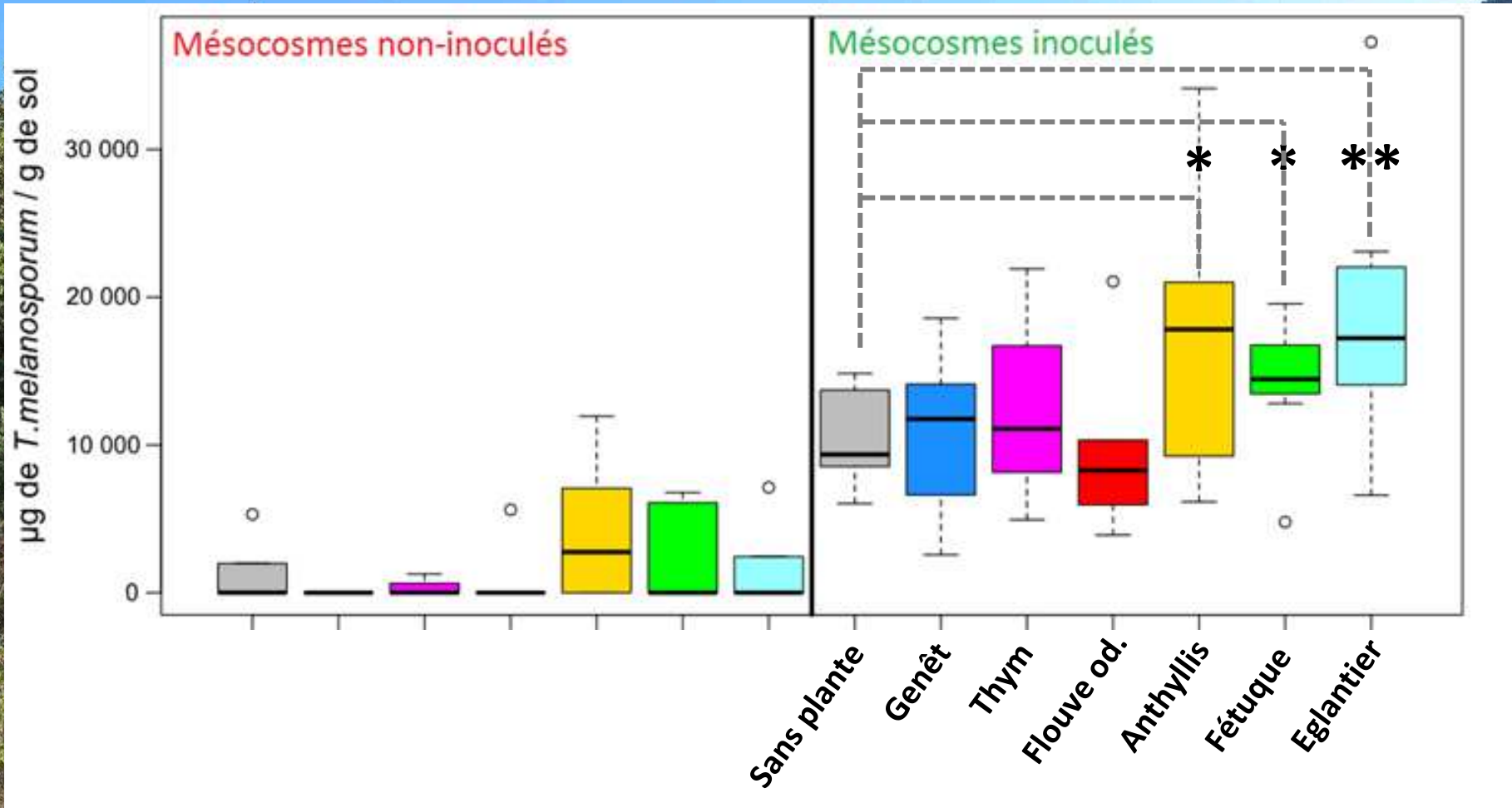
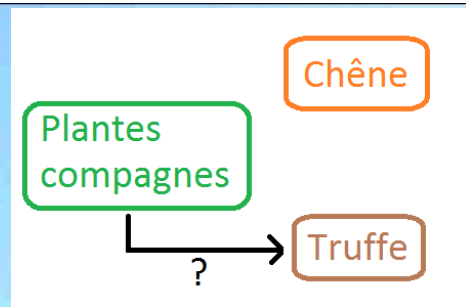
Quantifier et **qualifier** les interactions tripartites entre
chêne – plantes compagnes – Truffe.

140 mésocosmes (printemps 2012 → 2015), CEFÉ-CNRS Montpellier.



Effet des plantes compagnes sur la Truffe?

Quantification du mycelium de la Truffe dans le sol (qPCR)

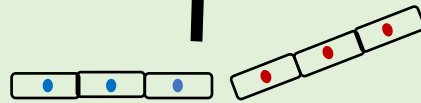


Wilcoxon Mann-Whitney & FDR correction, p-value <0,05, *; <0,01, **

Maturation



Reproduction

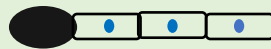


Persistence



Mycorhizes
& mycélium

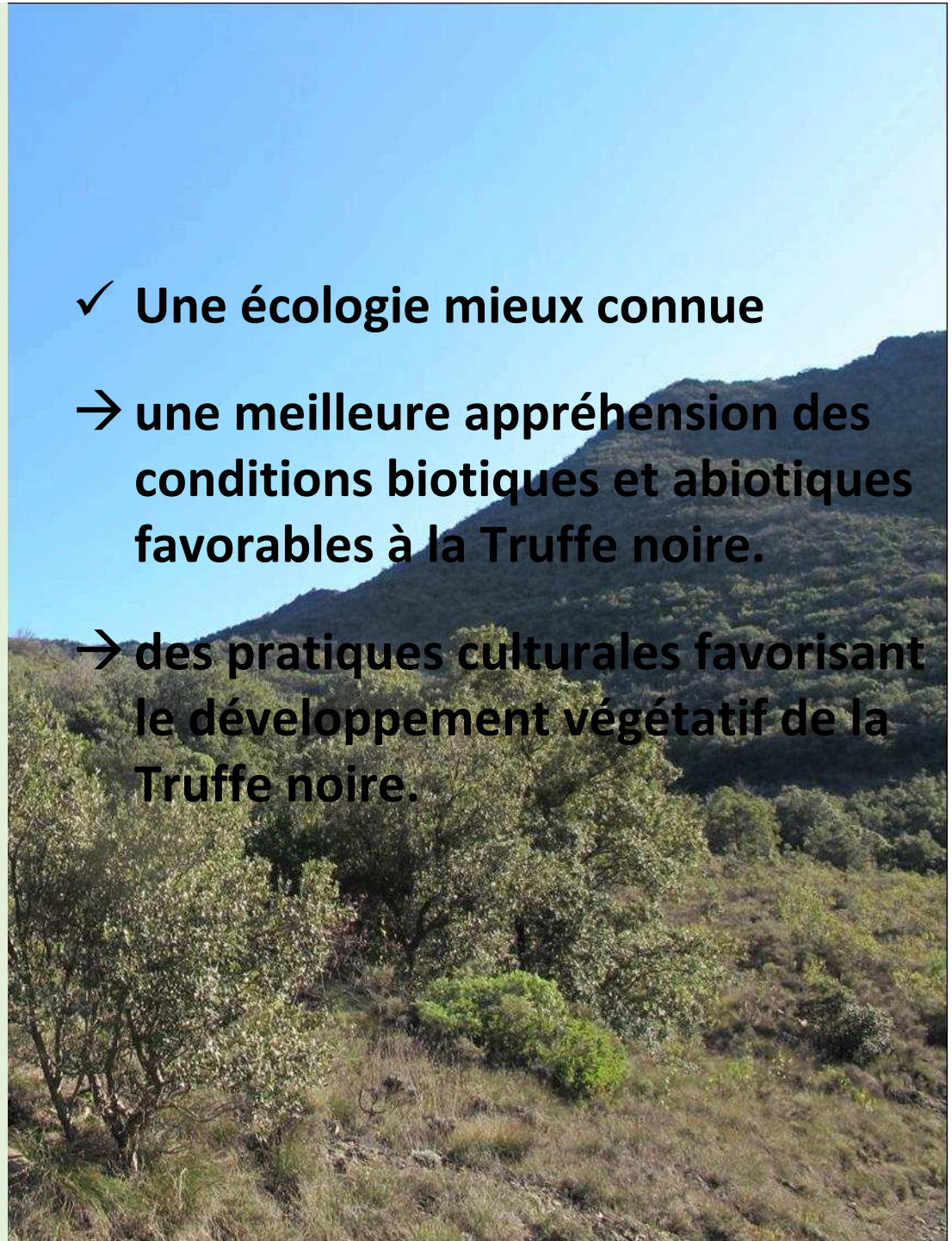
Inoculum



✓ **Une écologie mieux connue**

→ **une meilleure appréhension des conditions biotiques et abiotiques favorables à la Truffe noire.**

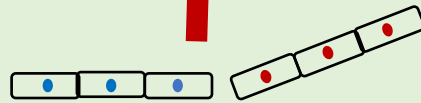
→ **des pratiques culturelles favorisant le développement végétatif de la Truffe noire.**



Maturation



Reproduction

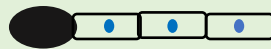


Persistence



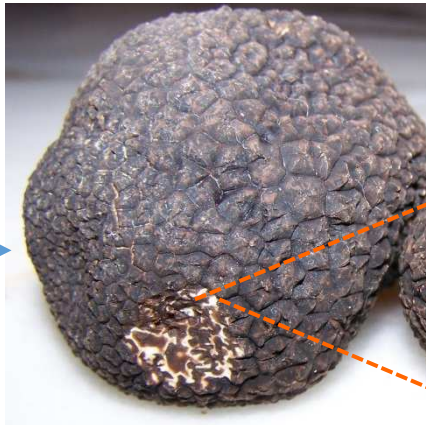
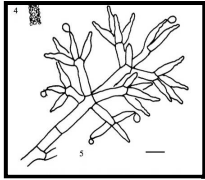
Mycorhizes
& mycélium

Inoculum

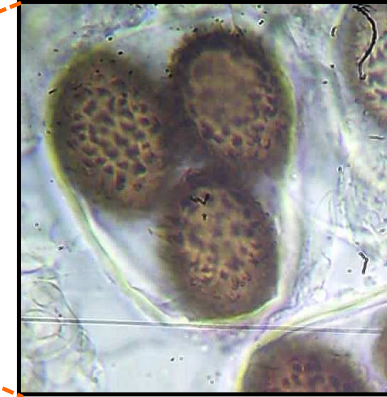


Avec qui la Truffe se reproduit-elle?





Truffe mature



Spores méiotiques

Appariement

Spermaties?

Structure ♂ inconnue

Hyphes ou spermatocystes d'un autre mycelium?

Mycélium "nain" du sol?

Dispersion animale


Banque de spores

Germination

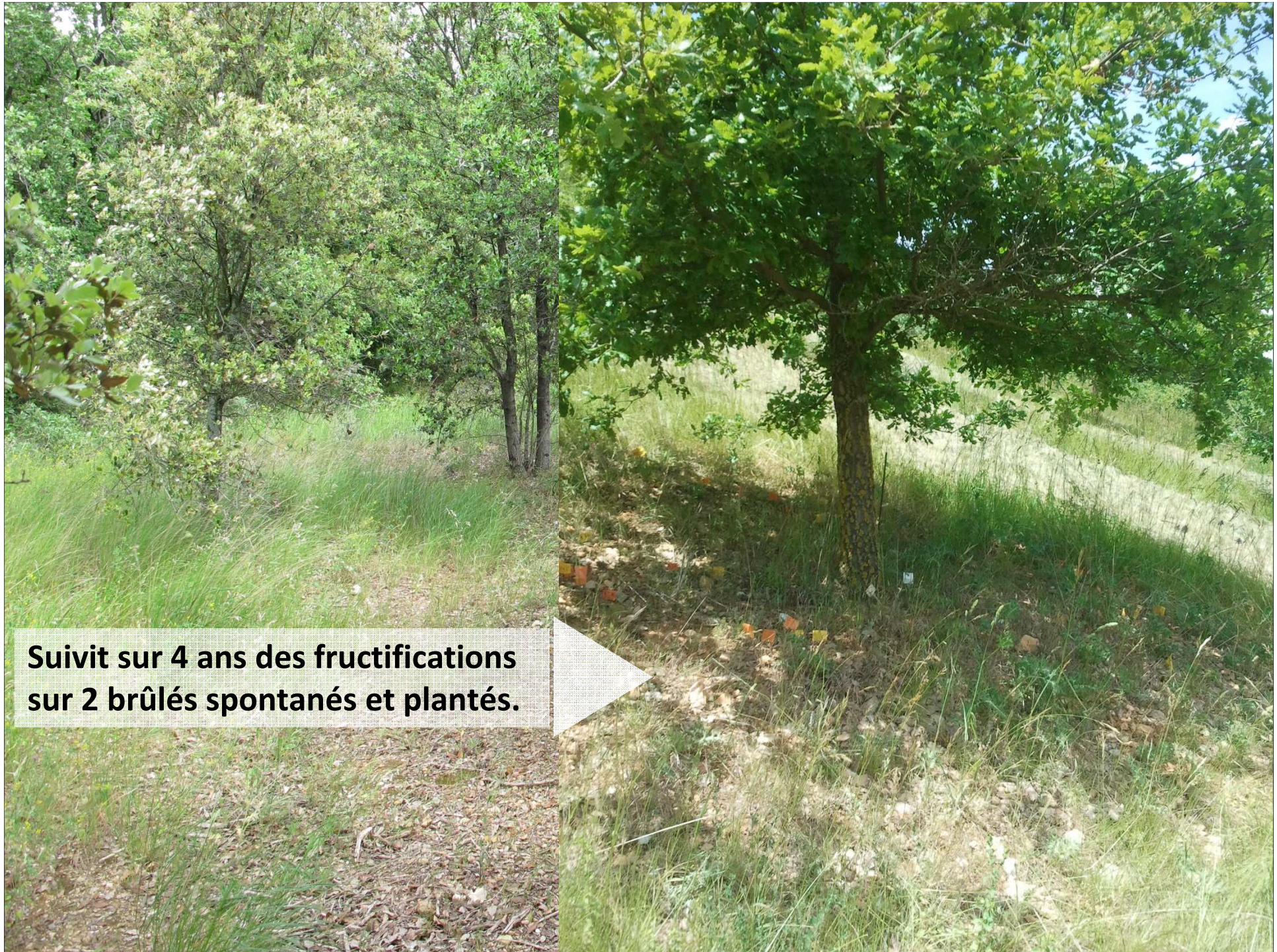
Ectomycorhizes et mycélium



Photo: A. Guillen

A photograph of a forest with a path, overlaid with a text box. The forest is lush with green trees and tall grasses. The path is made of dry leaves and twigs. The text box is white with a black border and contains the following text:

Quelle diversité des génotypes maternels et paternels à l'échelle d'un brûlé?

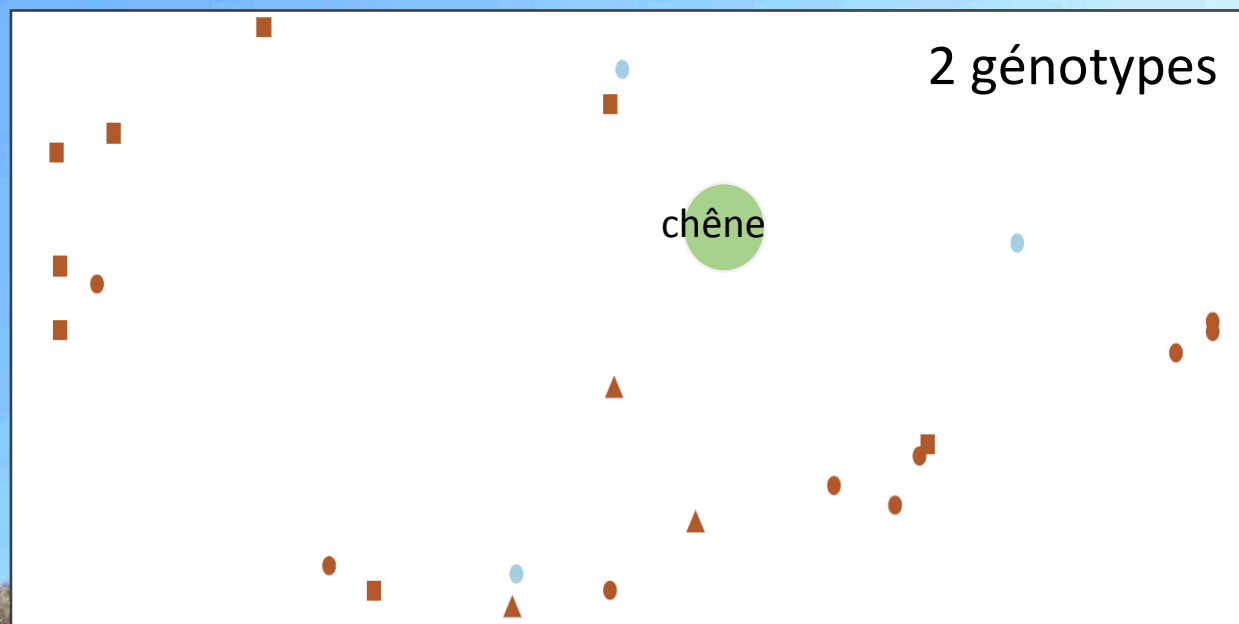


**Suivit sur 4 ans des fructifications
sur 2 brûlés spontanés et plantés.**



Génotypes maternels

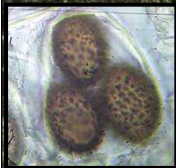
Saisons : 2011 □
2012 ○
2013 △



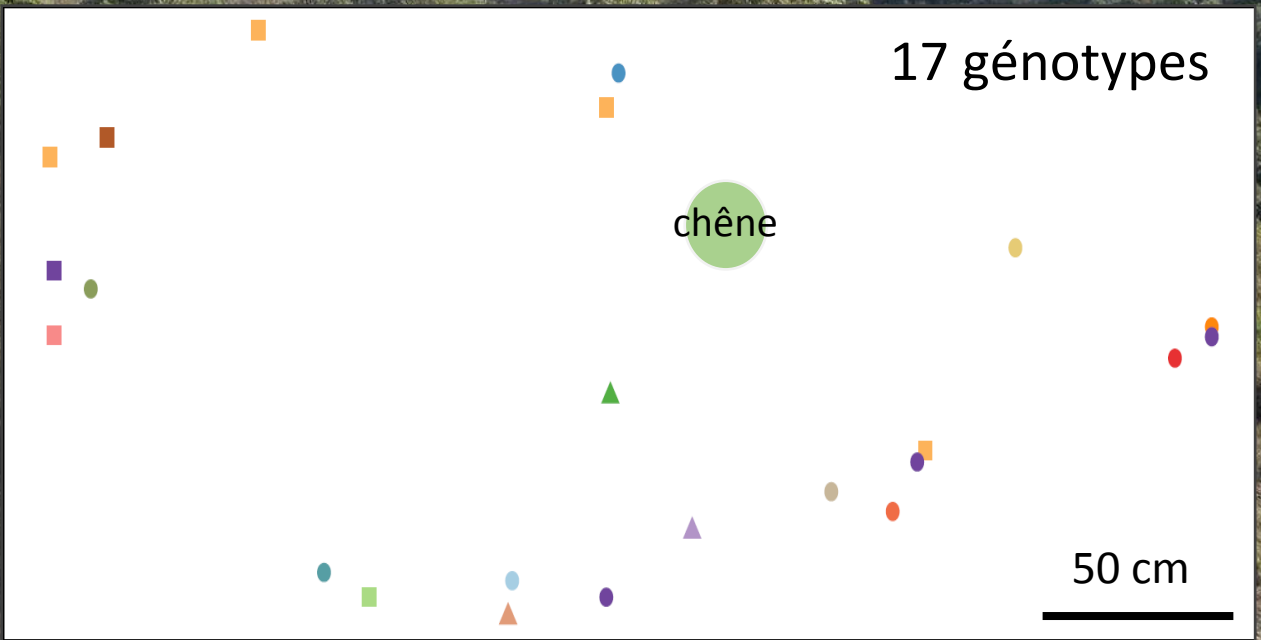
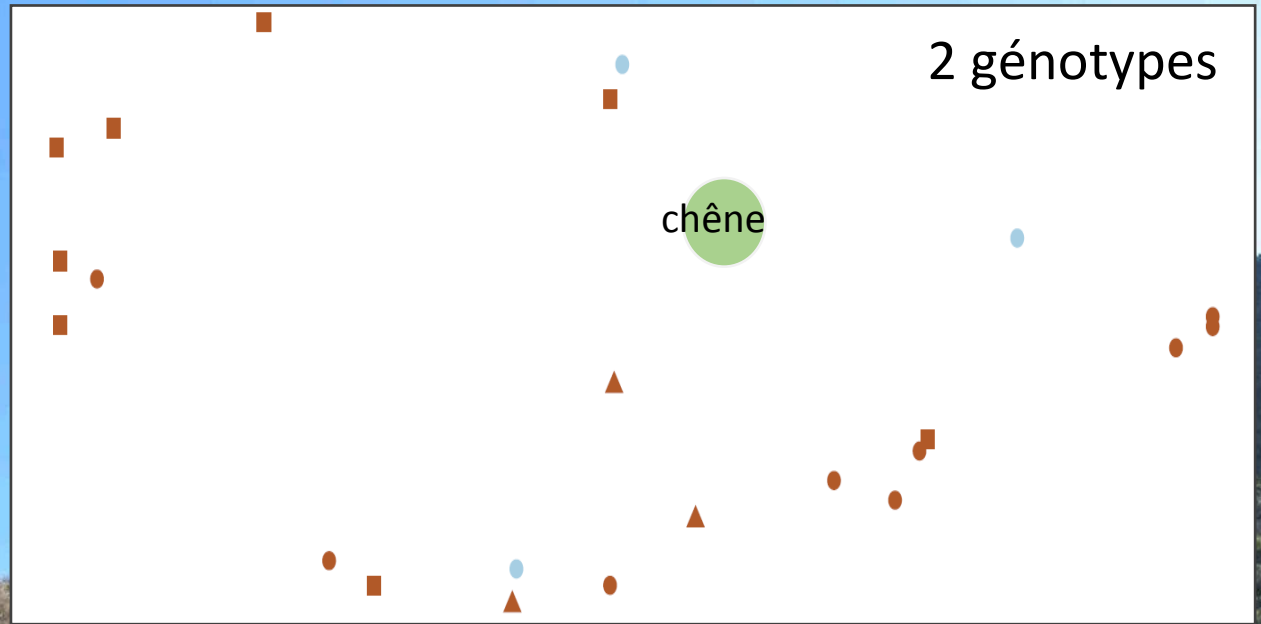


Génotypes maternels

Saisons : 2011 □
2012 ○
2013 △



Génotypes paternels





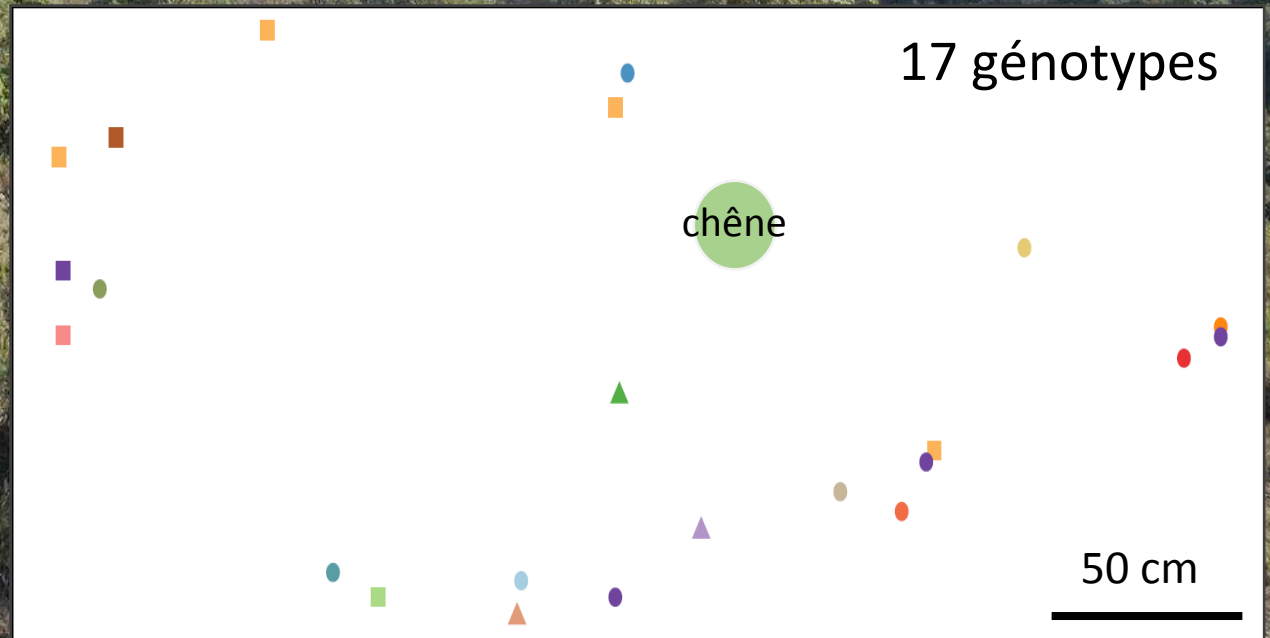
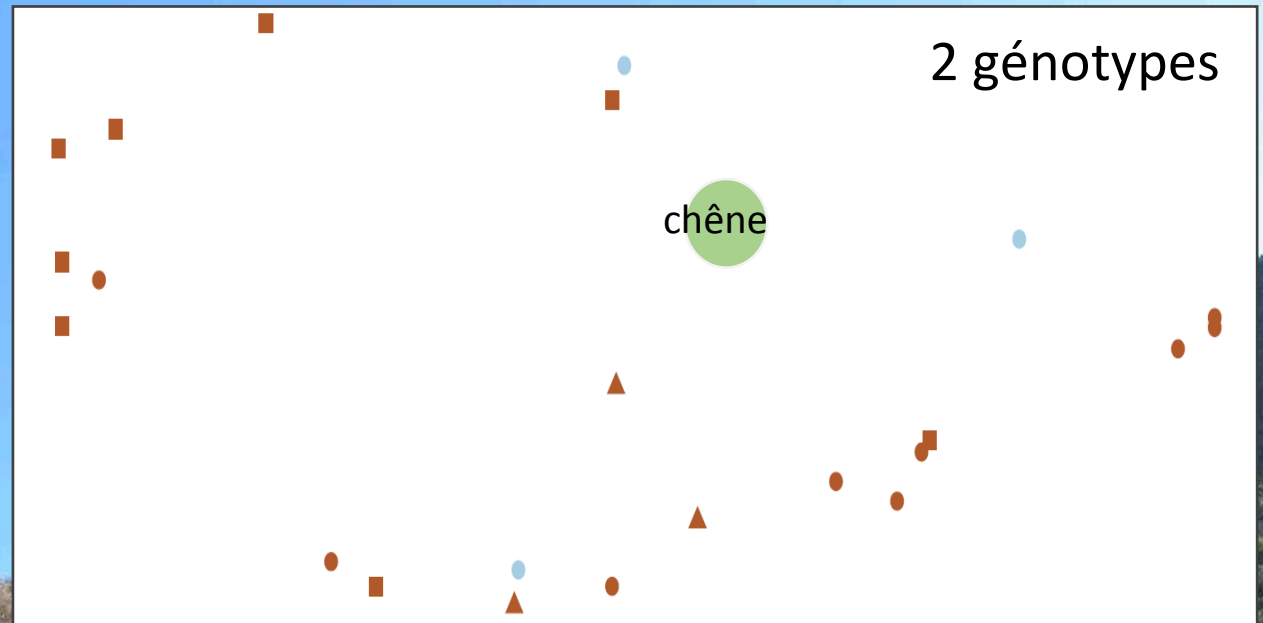
Génotypes maternels
Moins nombreux et persistants

Saisons : 2011 □
2012 ○
2013 △



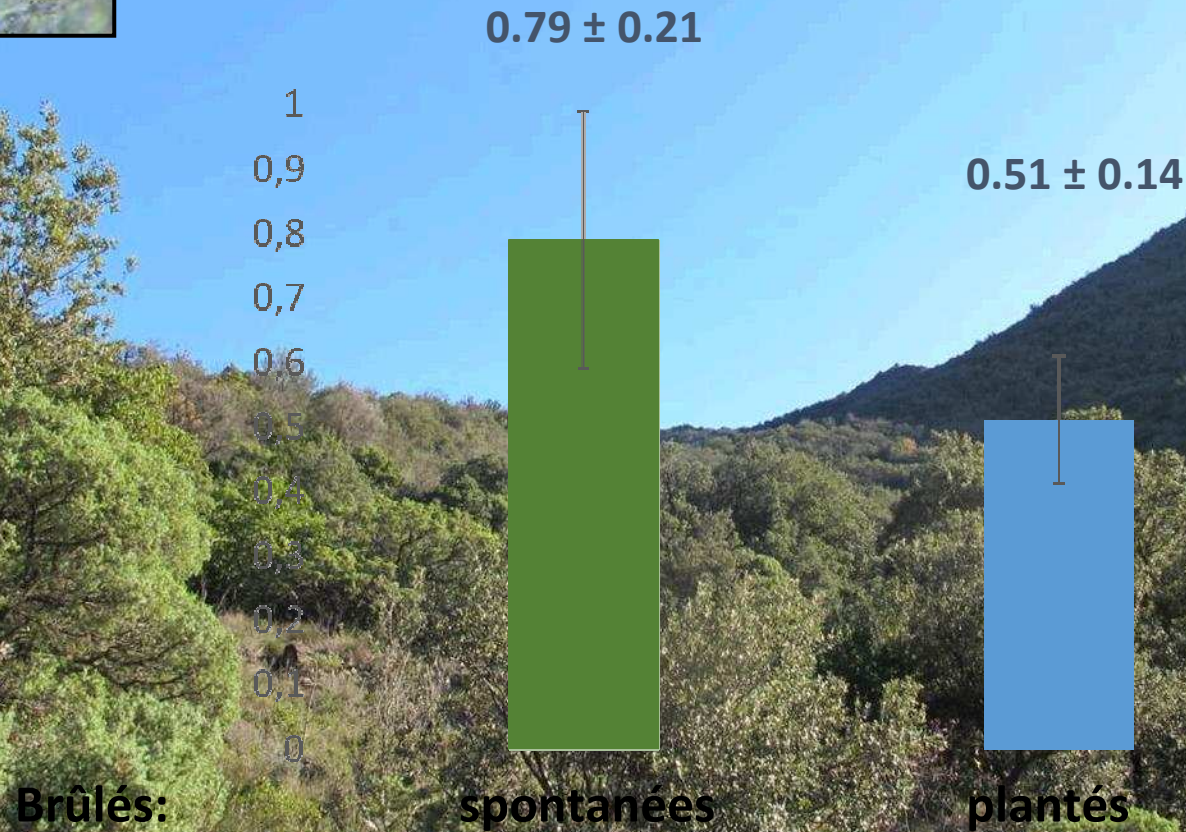
Génotypes paternels
Nombreux et fugaces!
Provenance?

Spermaties, spores, mâles
« nains »

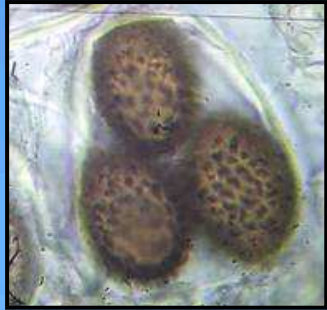




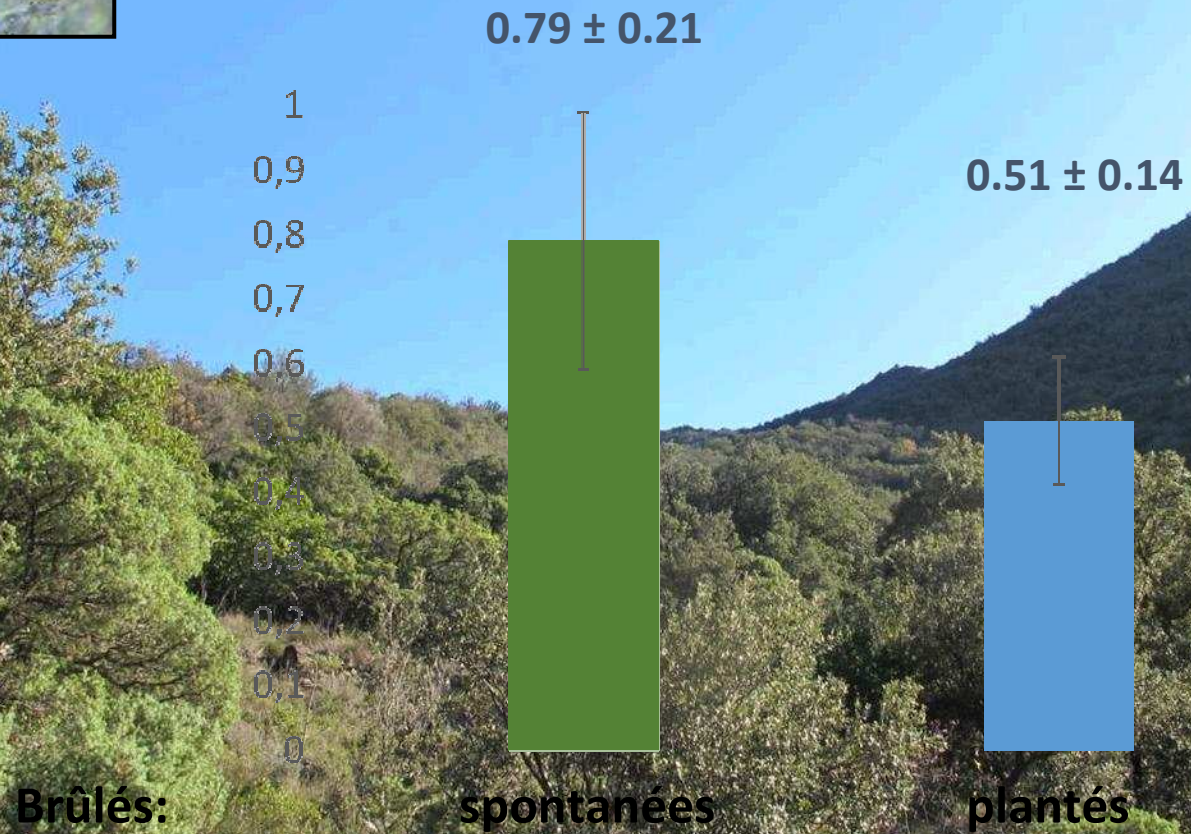
Déficit d'hétérozygotie observé



Significativement différent *** de celui attendu sous l'hypothèse nulle d'un assemblage au hasard des individus présents sur le brûlé.



Déficit d'hétérozygotie observé



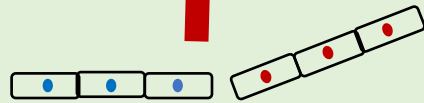
Brûlés:

spontanées

plantés

Consanguinité plus importante en truffières spontanées...

Maturation



Reproduction

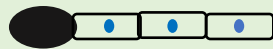


Mycorhize

Persistence
in sylva



Inoculum



Avec qui la Truffe se reproduit-elle?

- Avec des individus très proches génétiquement
- Les techniques culturales semblent modifier le taux de brassage génétique.





15/3/2013 3:37:22 pm

3 pm

5 pm

001

Image © 2014 DigitalGlobe

Date des images satellite : 26/10/2011 44°03'02.41"N 4°24'00.00"E

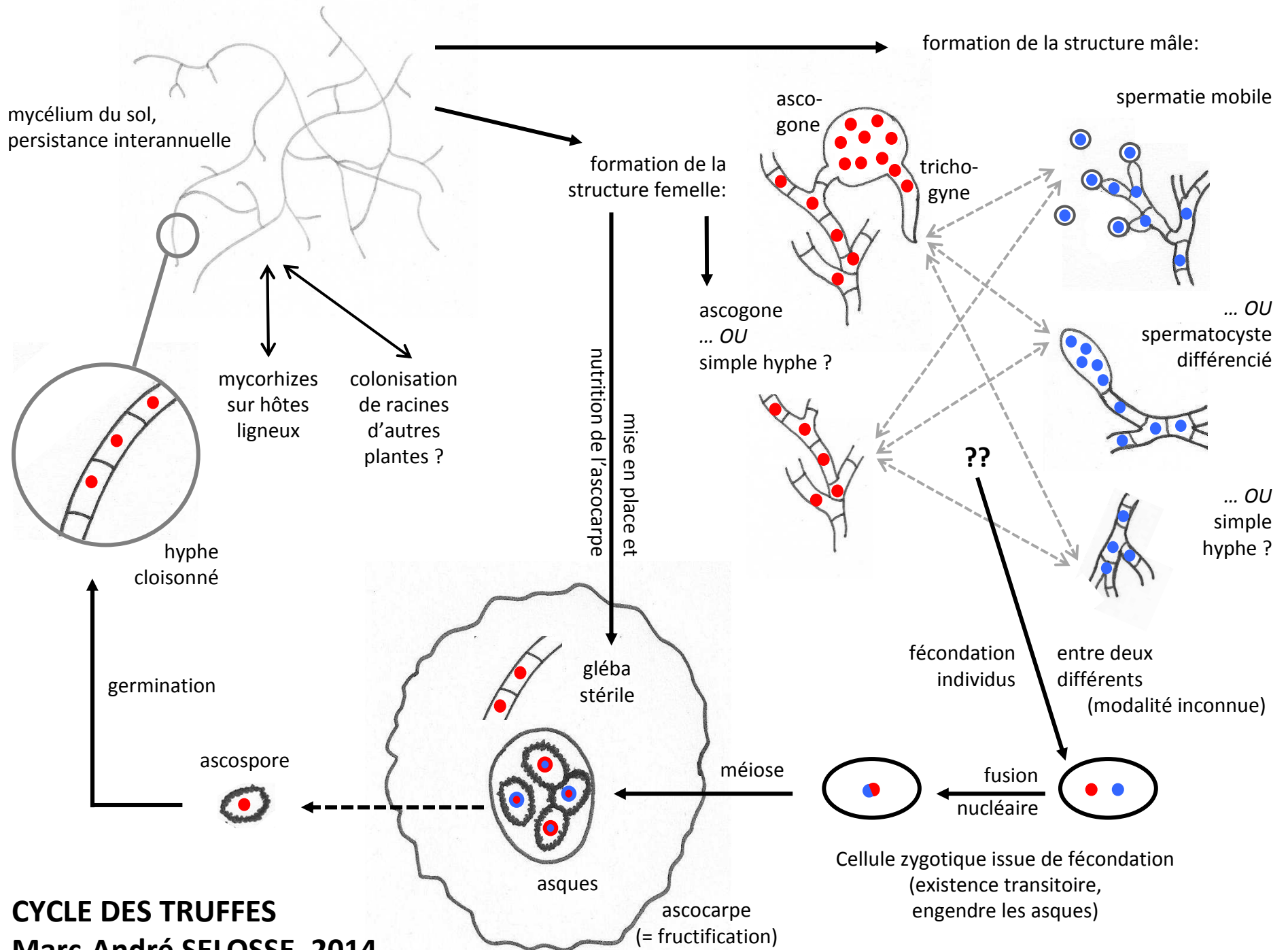
Visite guidée

2006

Nous remercions les trufficulteurs
qui activement participés à ces études.

Merci de votre attention.





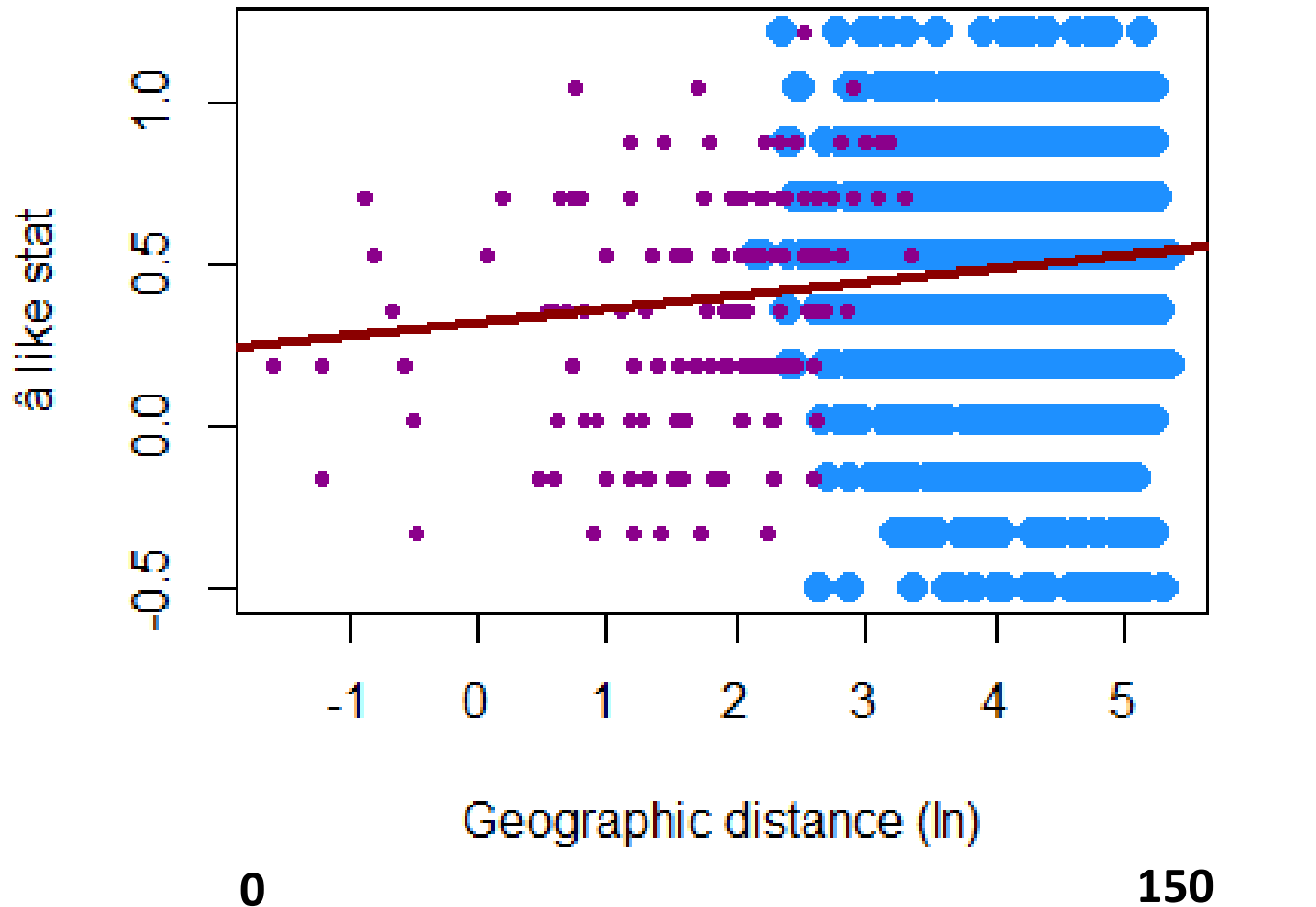
CYCLE DES TRUFFES
Marc-André SELOSSE, 2014

Structure génétique spatiale à l'échelle de la parcelle



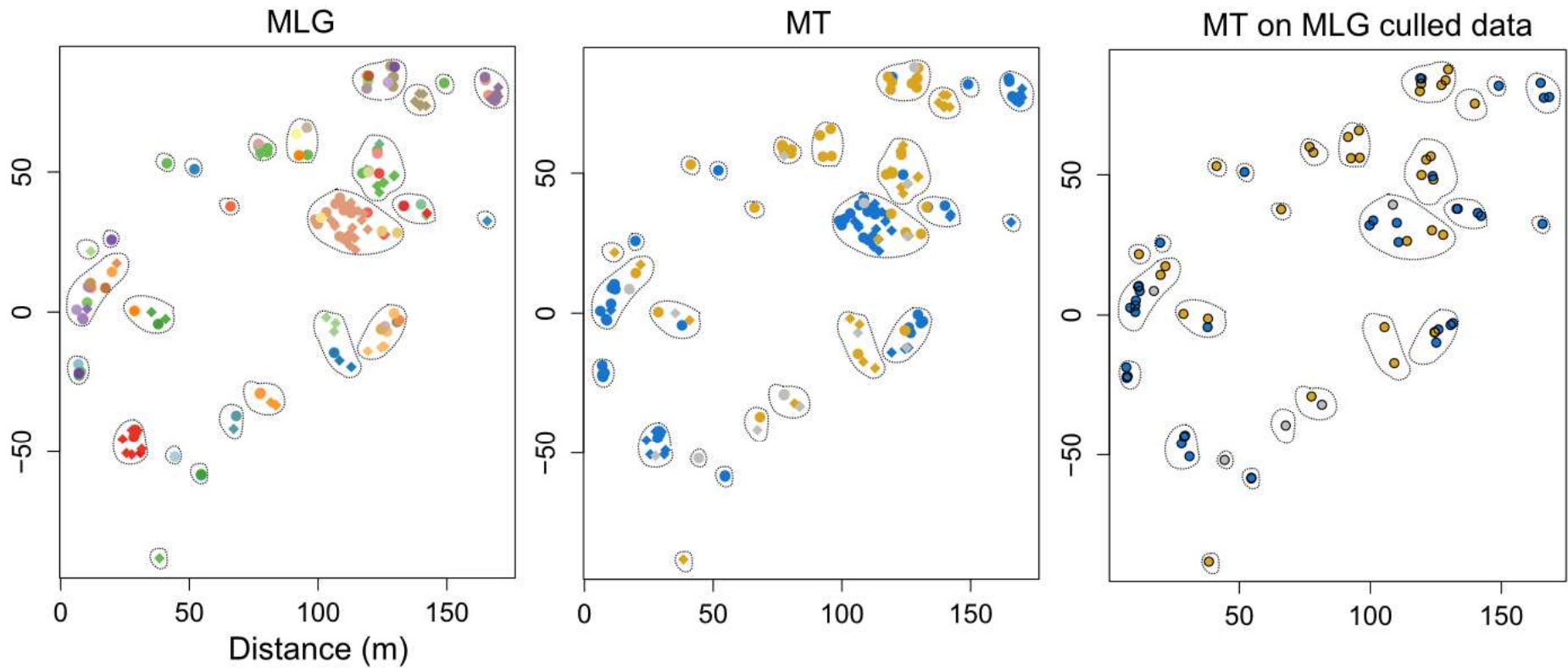
Corr = 0,4

Test de mantel: p-value <0,001 ***



Distances entre génotypes ● de même brûlé

● de brûlés différents



Brûle

Season

Mating-type

○ 2013

◇ 2014

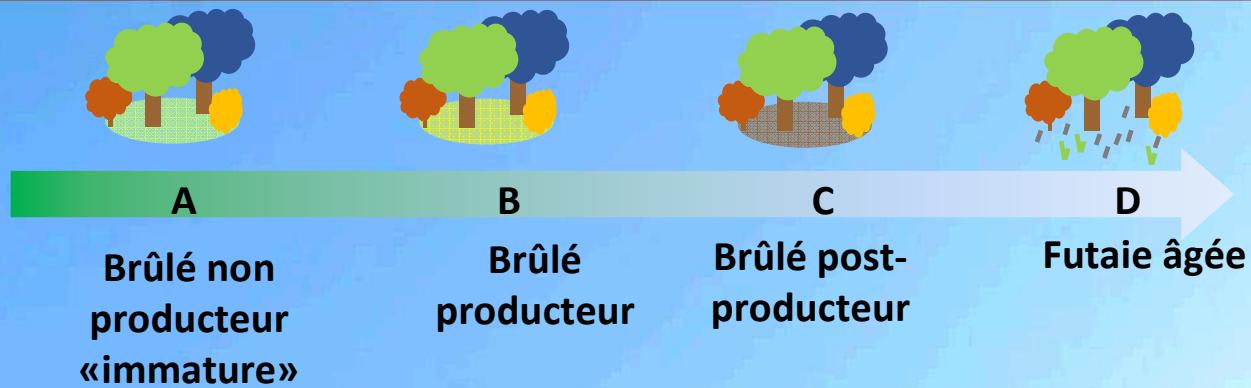
● MT 1

● MT 2

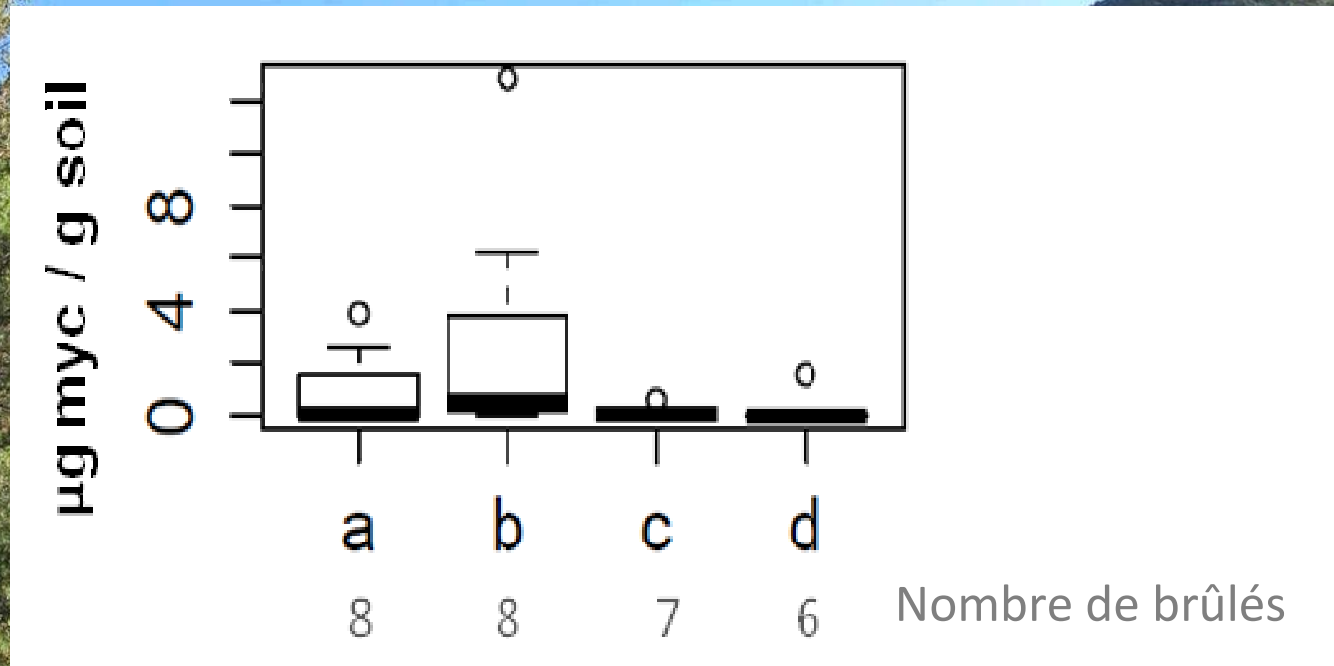
● non id. MT

MLG



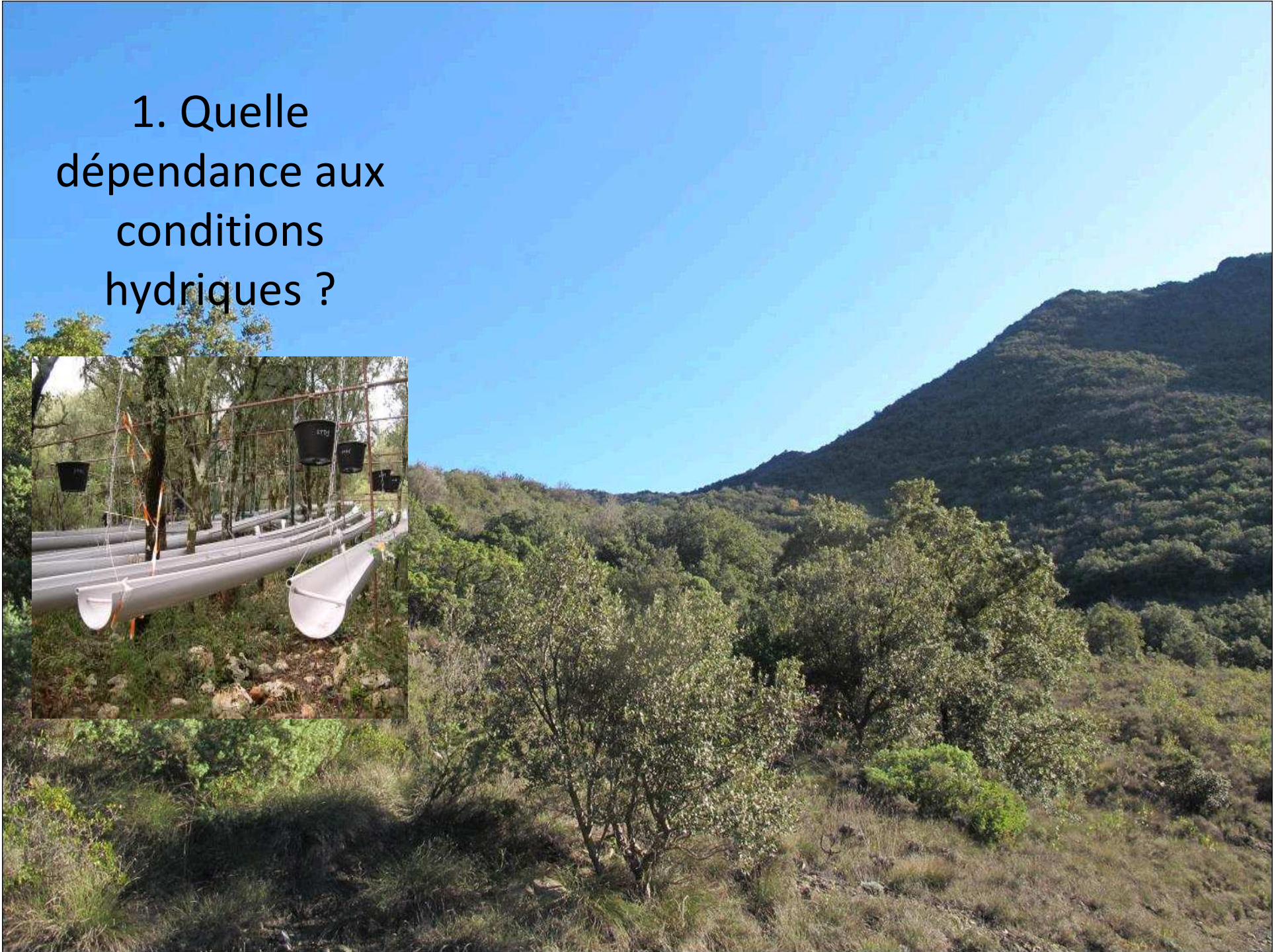


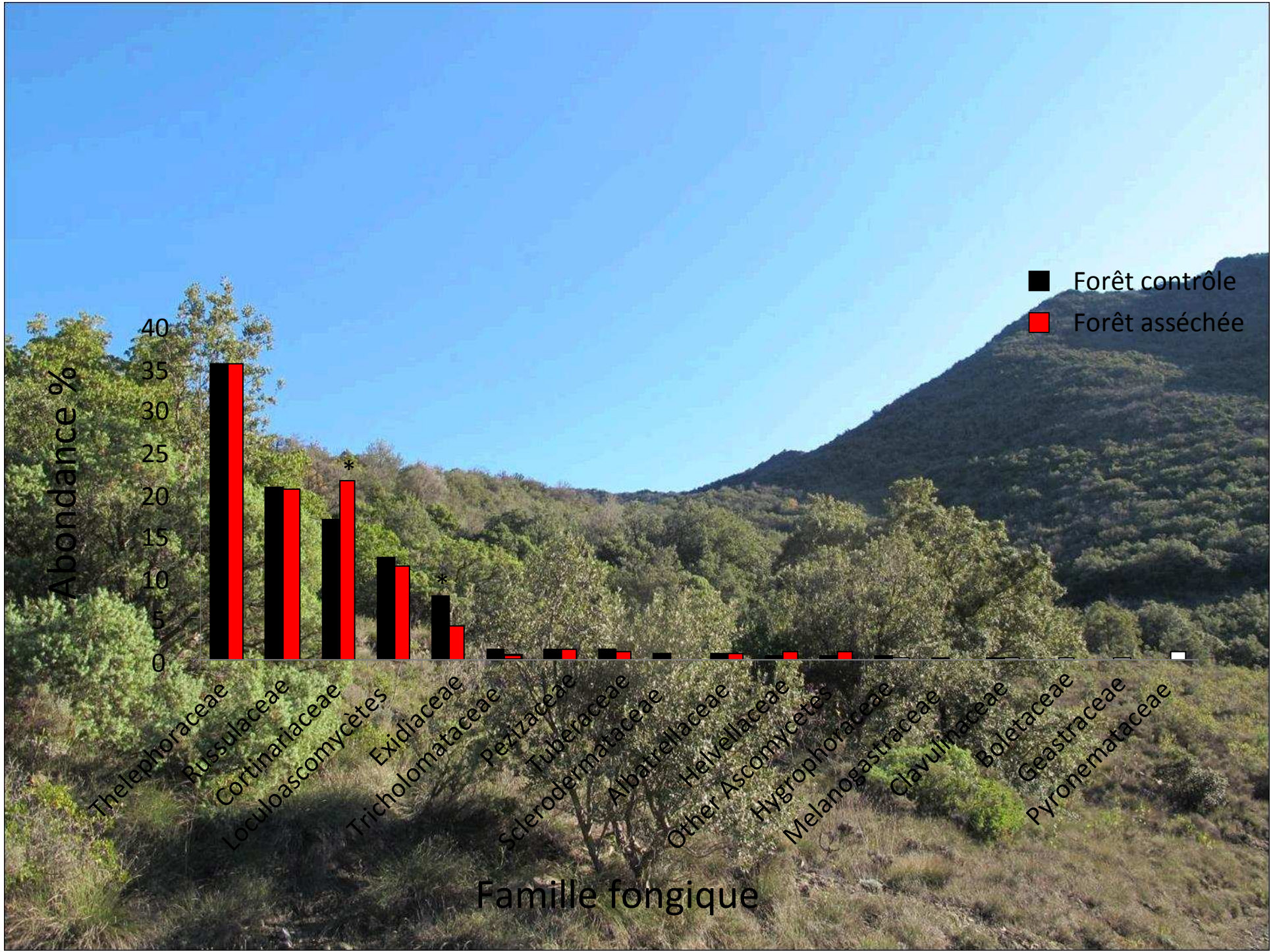
Mesure de la concentration de mycélium dans le sol



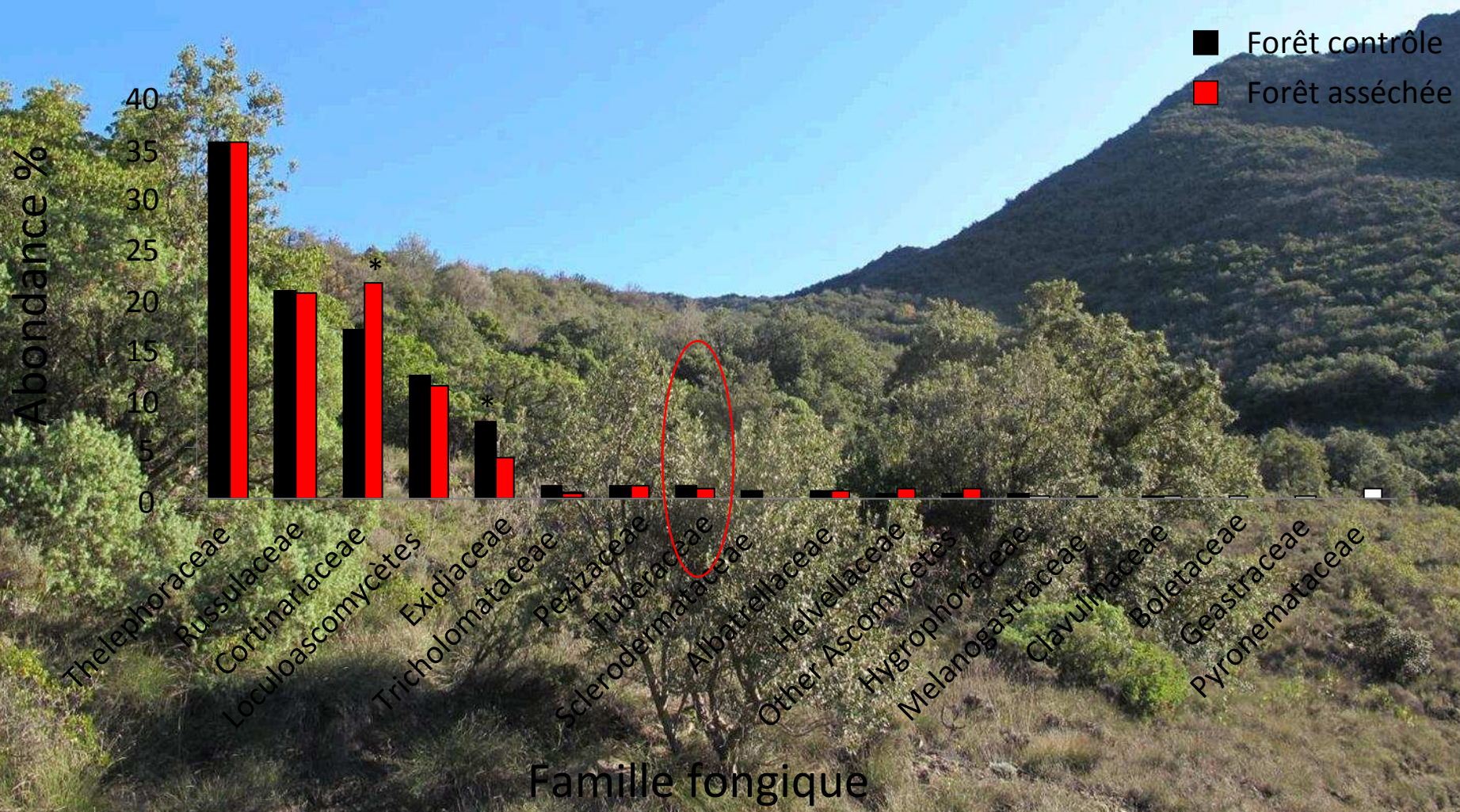
En collaboration avec **Xavier Parladé**

1. Quelle
dépendance aux
conditions
hydriques ?





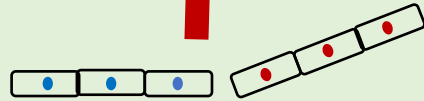
Les truffes: rares dans la forêt de chêne vert, les mycorhizes persistent en cas de sécheresse



Maturation



Reproduction



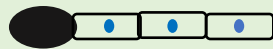
Mycorhize



Persistence
in sylva



Inoculum



La compréhension du processus de reproduction

→ Une meilleure appréhension
facteurs influençant la fructification
de Truffe noire

→ Un processus de proto-
domestication en cours



Au cours de la vie du brûlé...



A

Brûlé non
producteur
«immature»



B

Brûlé
producteur



C

Brûlé post-
producteur



D

Futaie âgée

- Des communautés mycorhiziennes riches (151 espèces) et dynamiques.
- La Truffe est fugace dans le temps.
- 55 % des espèces mycorhiziennes sont présentes sur plusieurs hôtes et les espèces abondantes tendent à être généralistes
- La Truffe présente une préférence d'hôte pour le chêne vert.