

Construction Historique des Espaces Forestiers : apports de la télédétection, de la prospection et de la caractérisation de la végétation et des propriétés physico-chimiques des sols à la compréhension de la mise en place des espaces boisés. Le cas de la forêt de Chailluz (Doubs, France)

Clément Laplaige², Sylvie Bépoix², Gilles Bossuet², Aude Crozet³, Daniel Daval², Aurore Dupin², Catherine Fruchart², Olivier Girarclos², Laure Nuninger², Rachel Opitz¹ Pascale Ruffaldi²

1 : Center for Advanced Spatial Technologies, University of Arkansas (CAST)

2 : UMR 6249 Laboratoire Chrono-environnement / USR 3124 MSHE C.N. Ledoux / Université de Franche-Comté

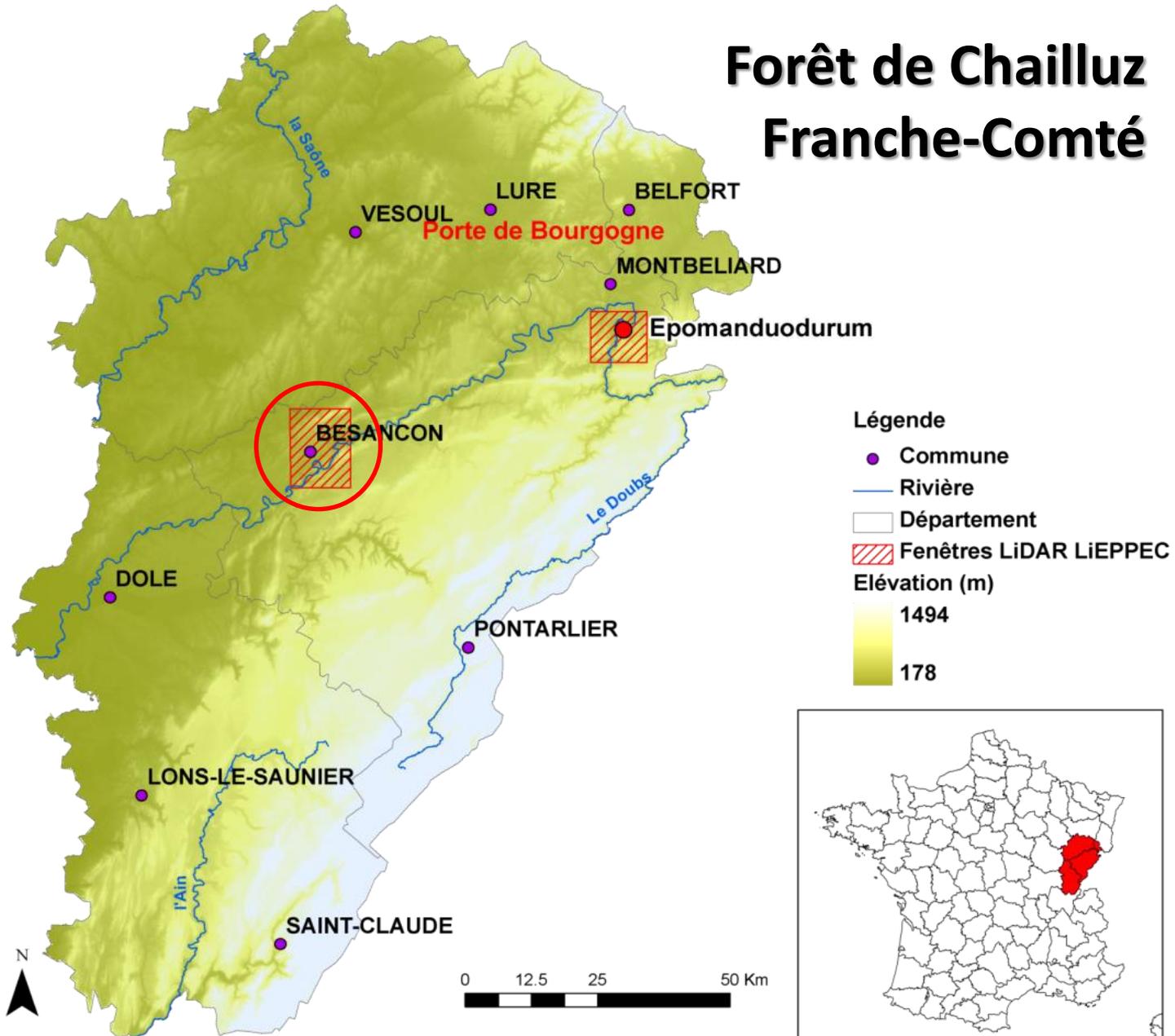
3: UMR 7234 Laboratoire Archéologie et territoire



odit



Forêt de Chailluz Franche-Comté



Historique du chantier CHEF

HISTORIQUE

- 2007 : projet Chailluz
 - Demande des Espaces verts de Besançon
 - Amorce de la valorisation archéologique de Chailluz
- 2009 : projet LIEPPEC
 - Financement région
 - Mise en place d'une acquisition LiDAR de 240 km²
- 2011 : chantier CHEF (FEDER ODIT)

Vers une meilleure connaissance de nos espaces forestiers

OBJECTIFS

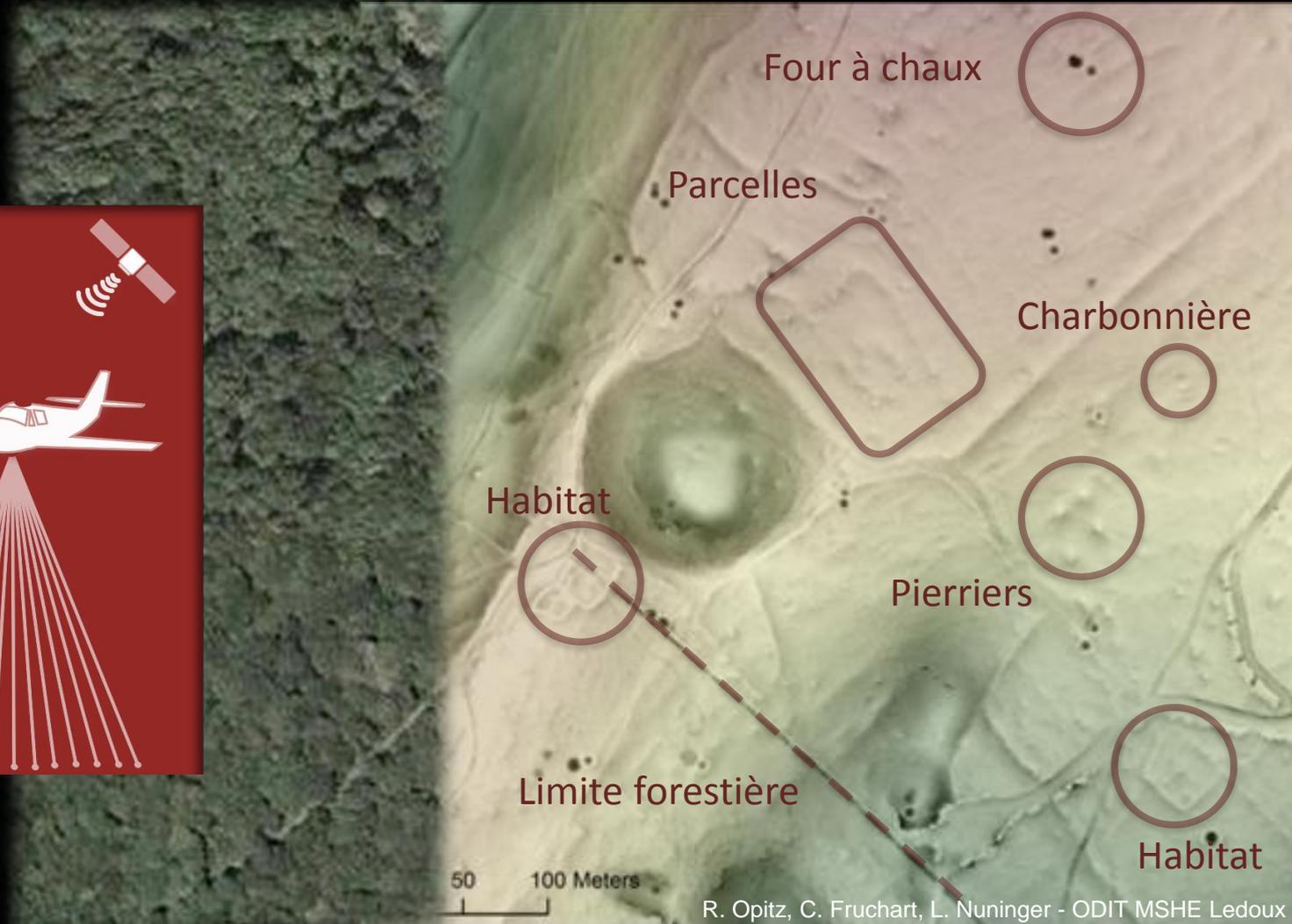
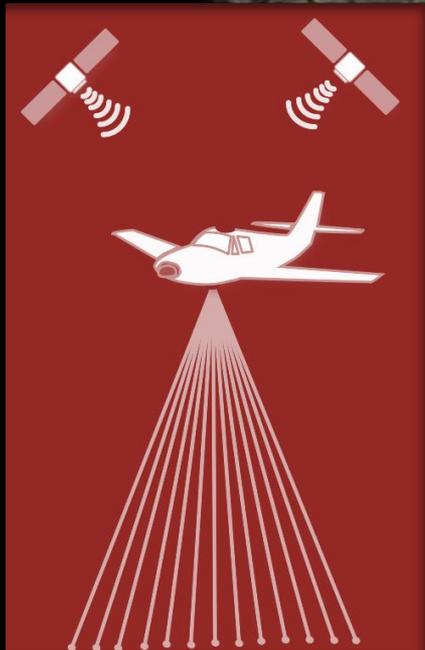
- Dynamique spatiale de l'emprise forestière
- Usage des espaces forestiers
- Héritages & impact sur les sols et la végétation actuelle



Cliché L. Nuninger - ODIT MSHE Ledoux

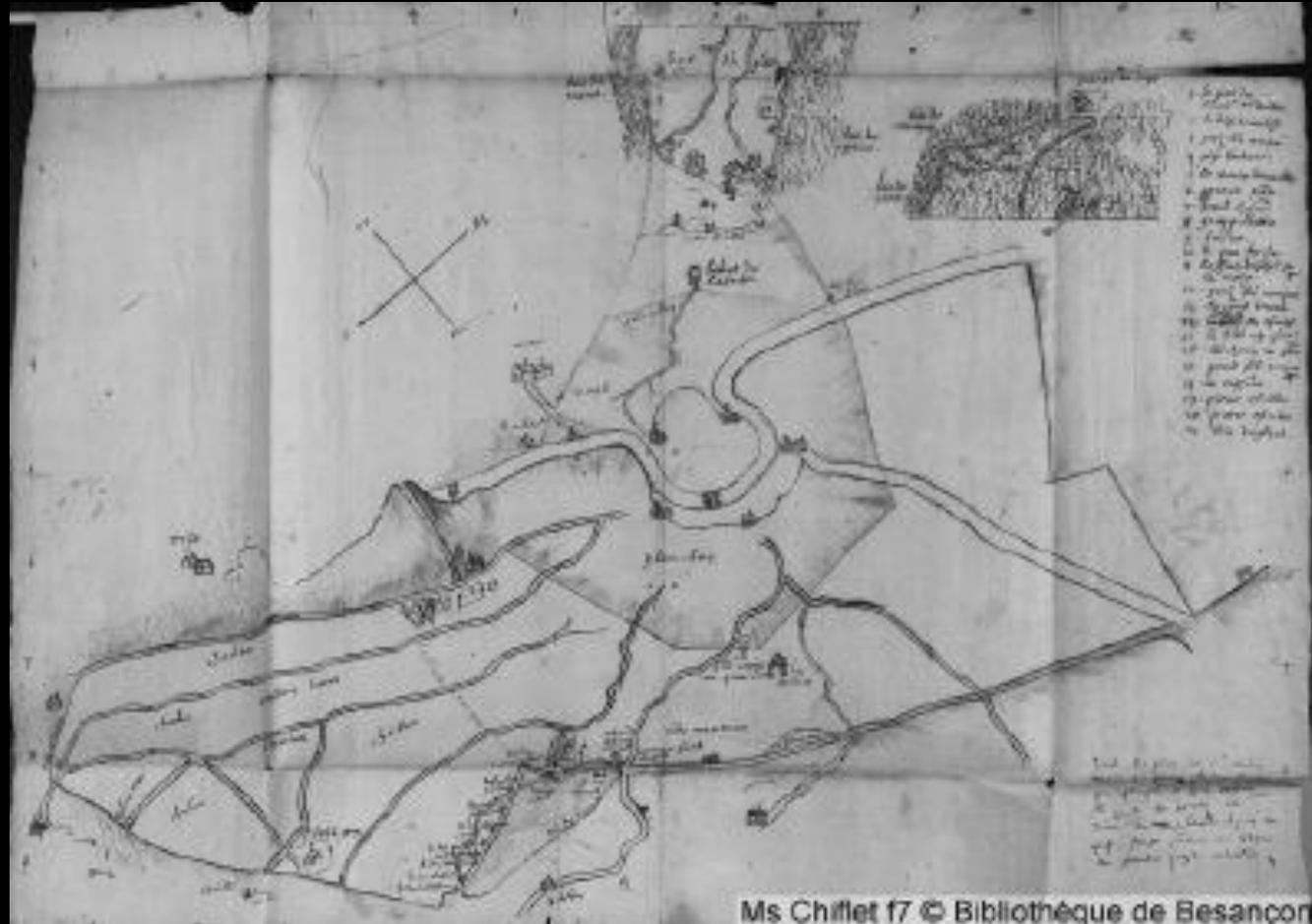
Téledétection Lidar & SIG

METHODE



SIG & sources historiques

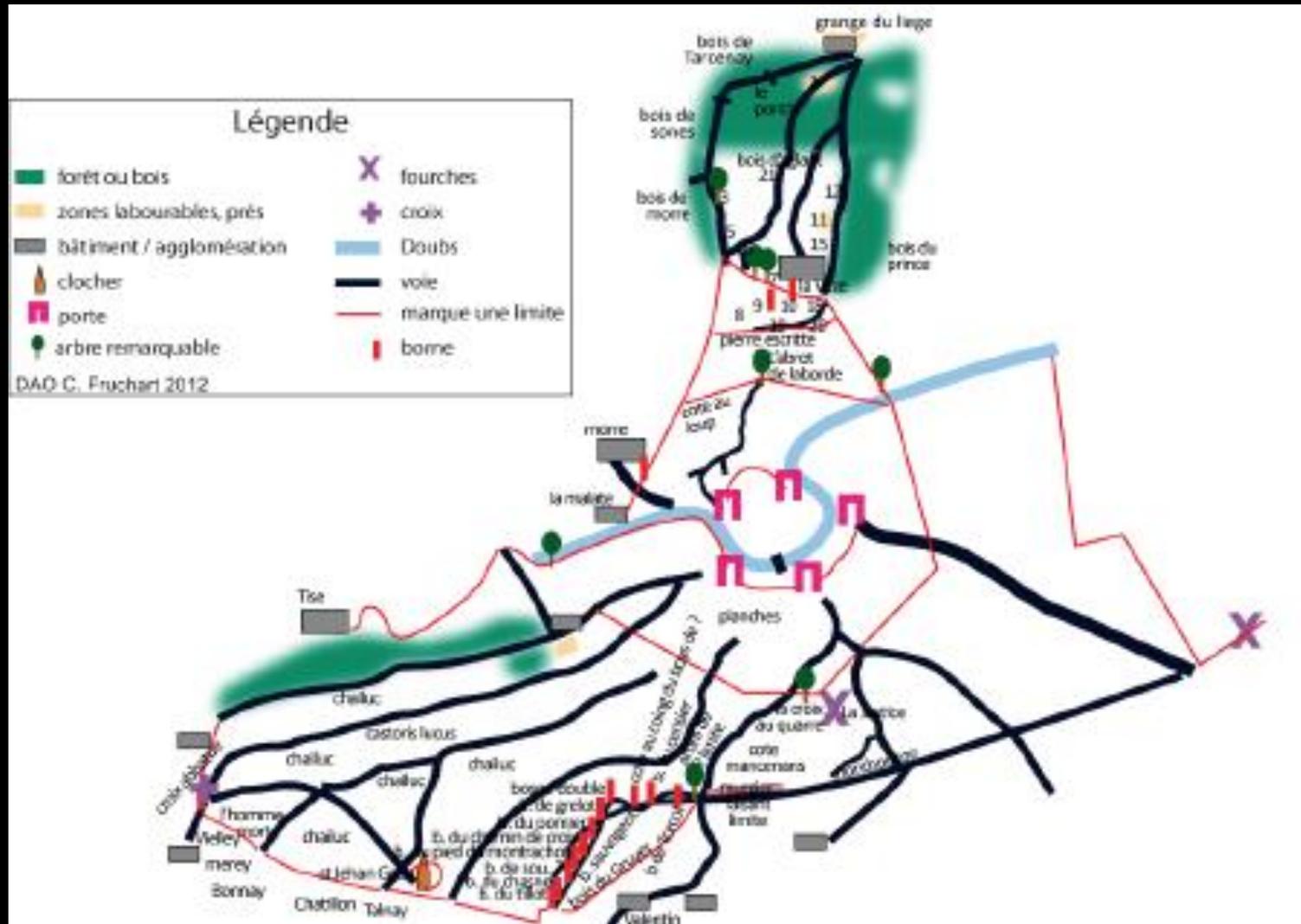
METHODE



Ms Chiflet 17 © Bibliothèque de Besançon

SIG & sources historiques

METHODE



Prospections archéologiques

METHODE



© CNRS Photothèque / cliché FRESILLON Cyril



Cliché L. Nuninger- ODIT MSHE Ledoux

Etudes environnementales

METHODE



Cliché D.Daval - ODIT MSHE Ledoux



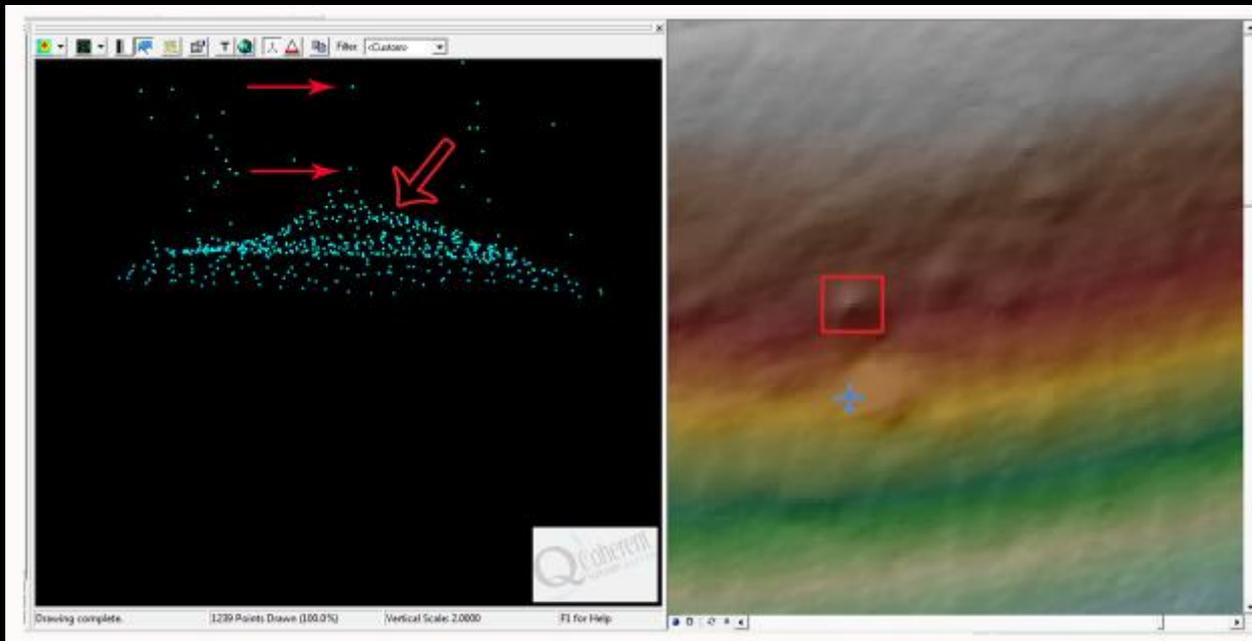
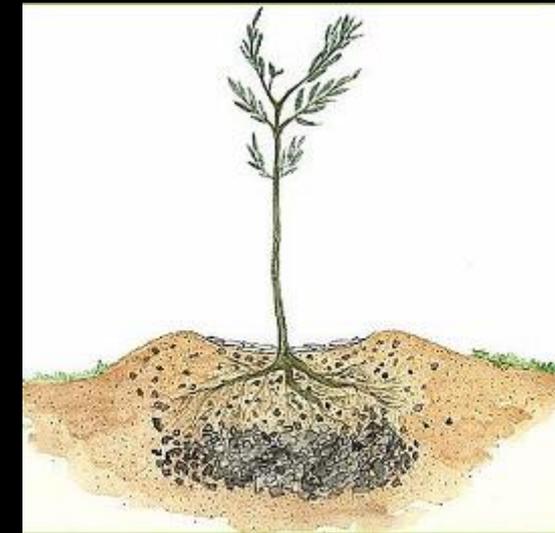
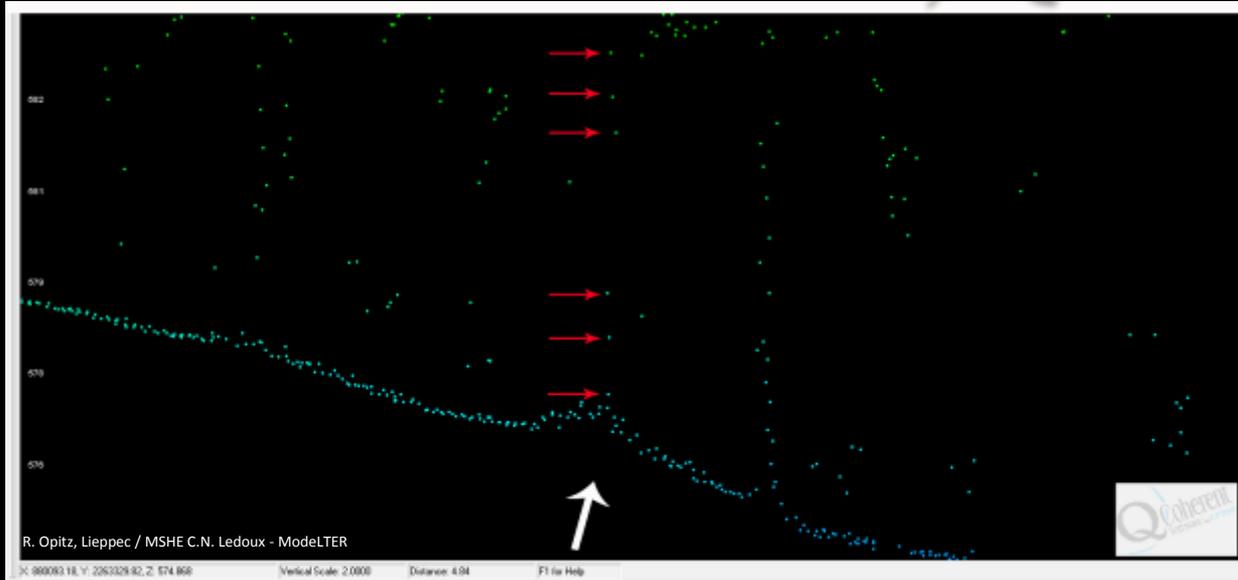
Cliché L. Nuninger - ODIT MSHE Ledoux



Avancées méthodologiques

- Approche intégrée du milieu forestier
- Articulation des prospections
- Classification des données brutes LiDAR

CLASSIFICATION, QUEL INTERET?

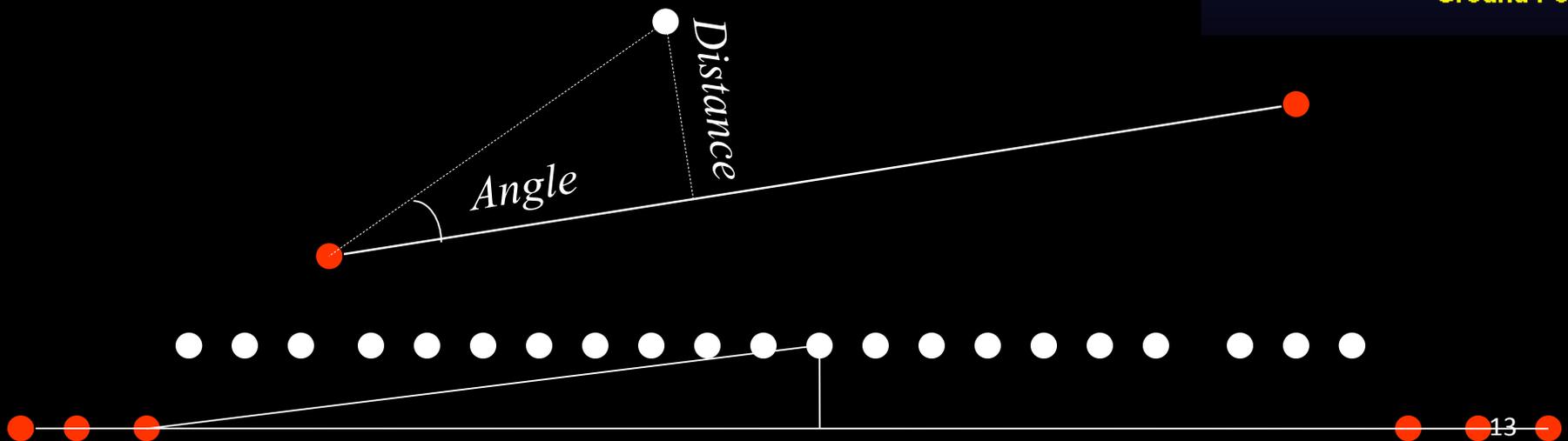
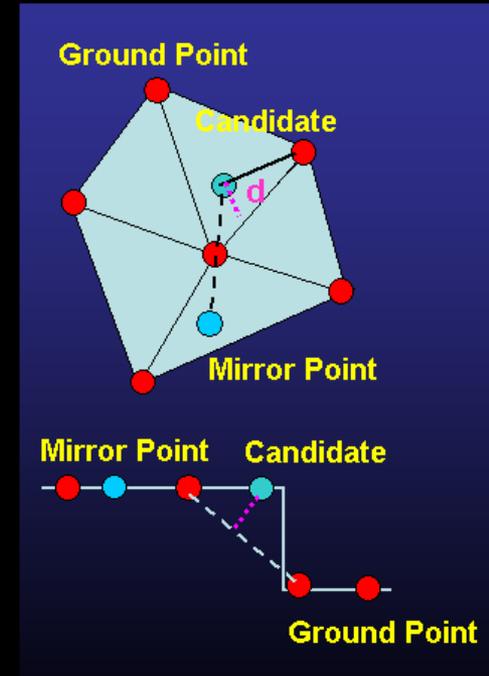


Besançon – Bois du Croc
(Doubs) tertres ?

CLASSIFICATION, QUEL INTERET?

Adaptive TIN filter

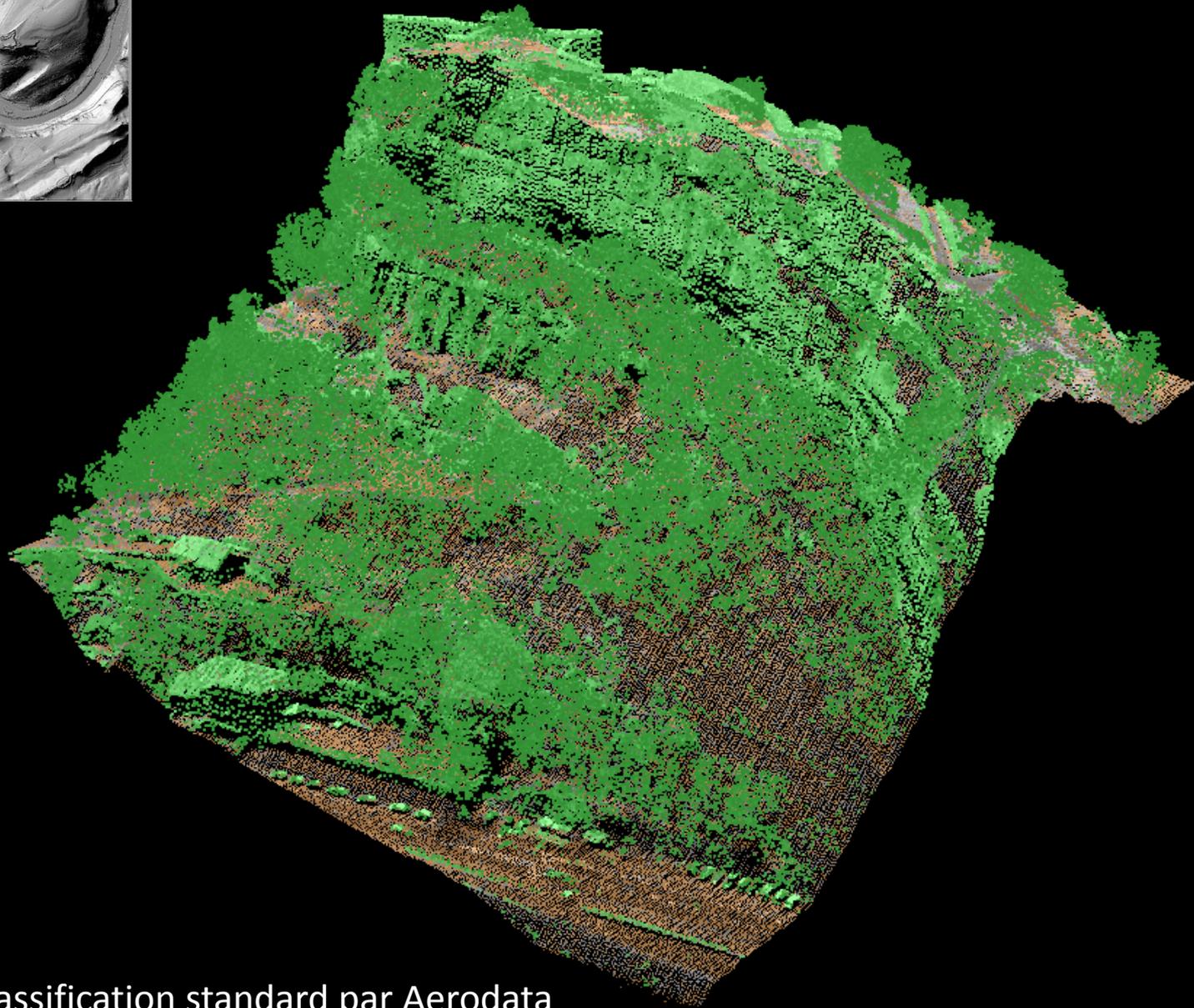
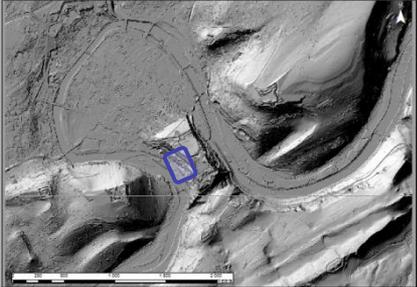
- Développé par Axelson et implémenté dans Terrascan
- Un TIN est construit à partir des points bas puis progressivement densifié



CLASSIFICATION, QUEL INTERET?



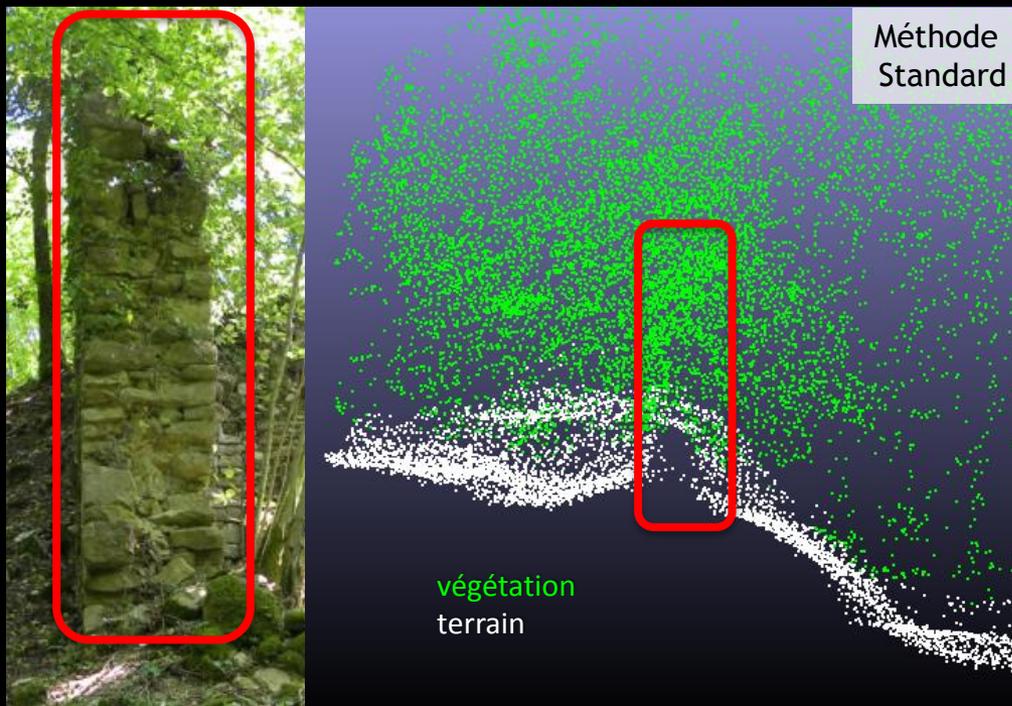
Vue de la falaise ouest depuis la citadelle
(cliché: Jean-Louis Drouzy)



Classification standard par Aerodata

LIEPPEC-ODIT[®] MSHE C.N. Ledoux - LEA ModelTER, R. Opitz

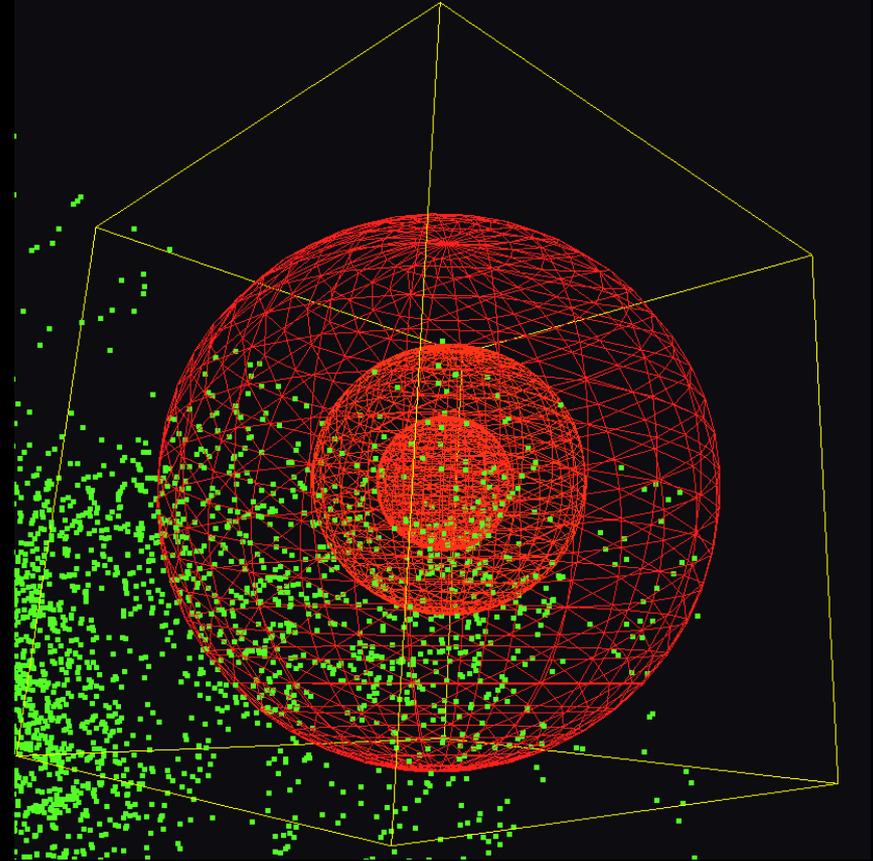
CLASSIFICATION, QUEL INTERET?



CLASSIFICATION, QUEL INTERET?

Principe du traitement

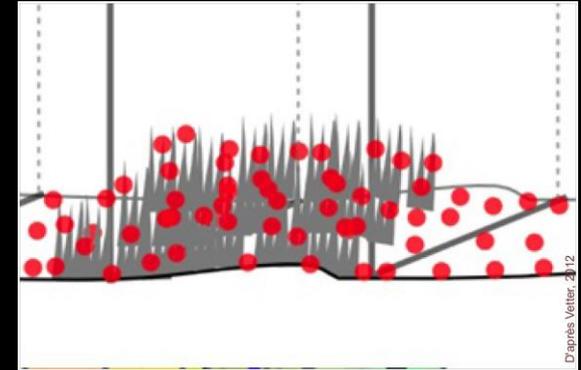
- Combinaison d'analyses :
 - Rugosité
 - Densité
 - Orientation des normales
- Calculs menés à diverses échelles



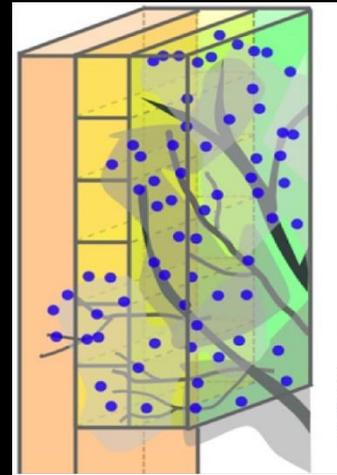
CLASSIFICATION, QUEL INTERET?

Paramètres utilisés :

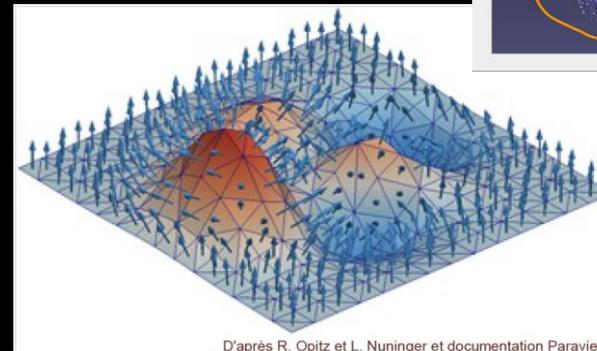
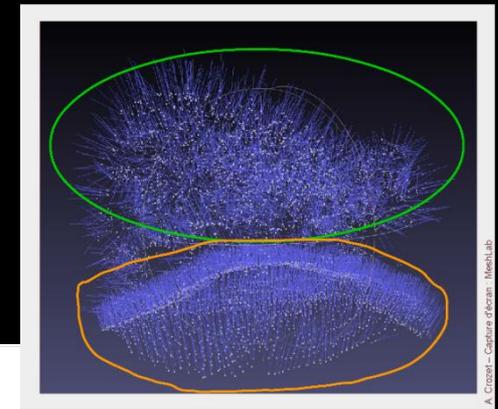
1) Rugosité



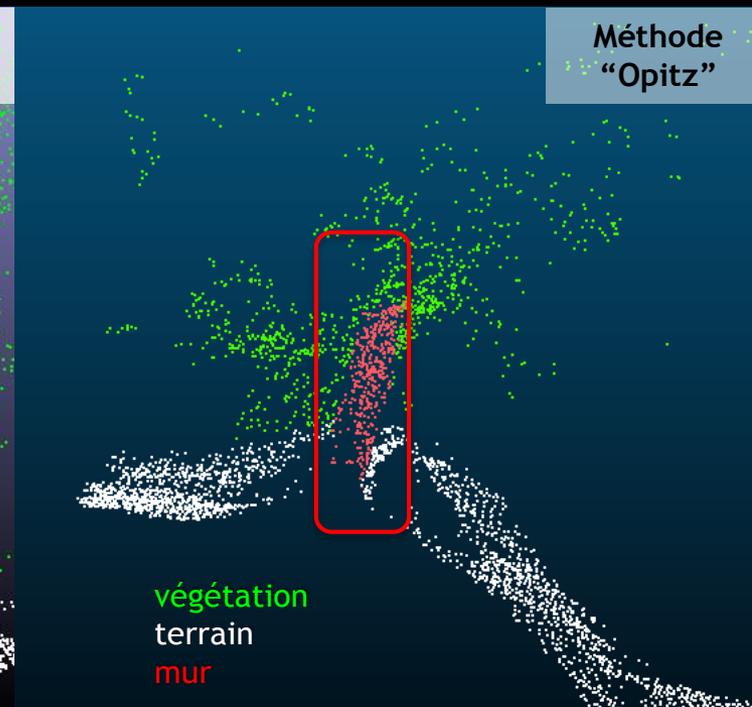
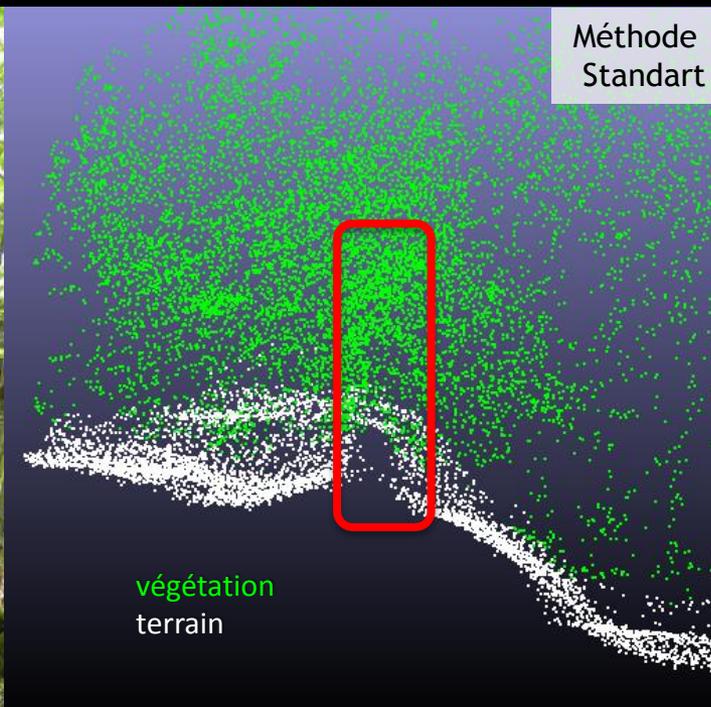
2) Densité



3) Orientation des normales



CLASSIFICATION, QUEL INTERET?



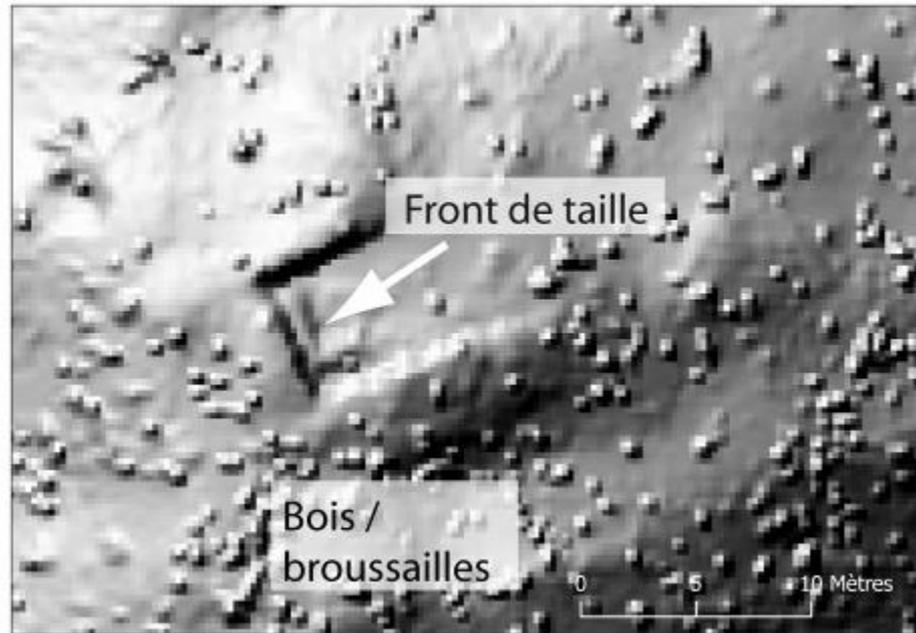
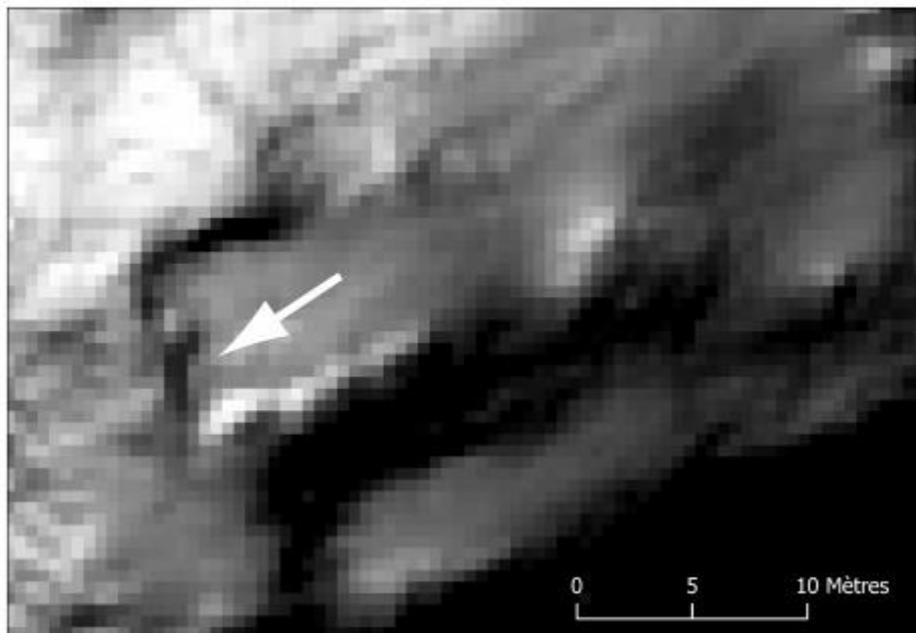
Petites carrières

Cliché : D. Daval - ARESAC

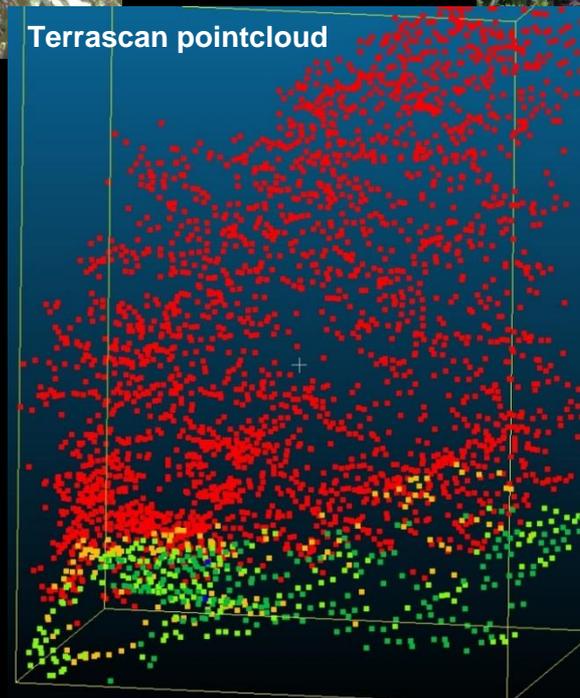


MNT Aerodata
50 cm

MNT ModelTER
25 cm



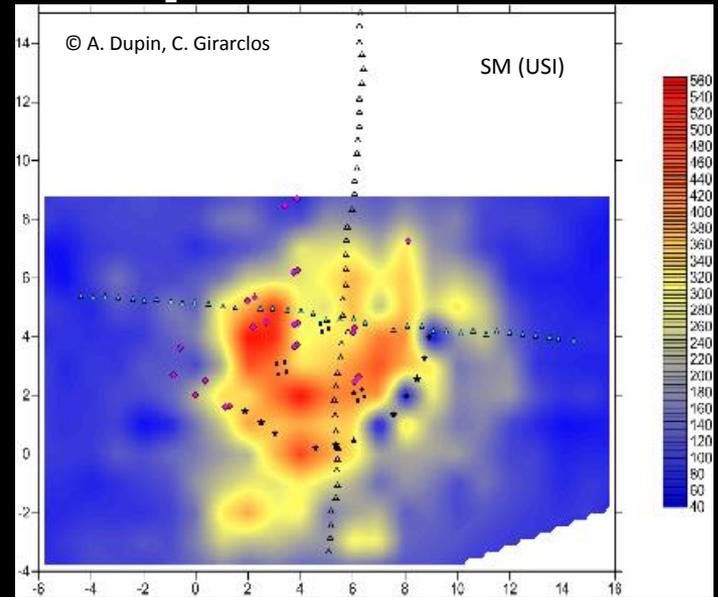
CLASSIFICATION, QUEL INTERET?



Pour la suite :
Le challenge de la
végétation dense
et basse

Quelques résultats

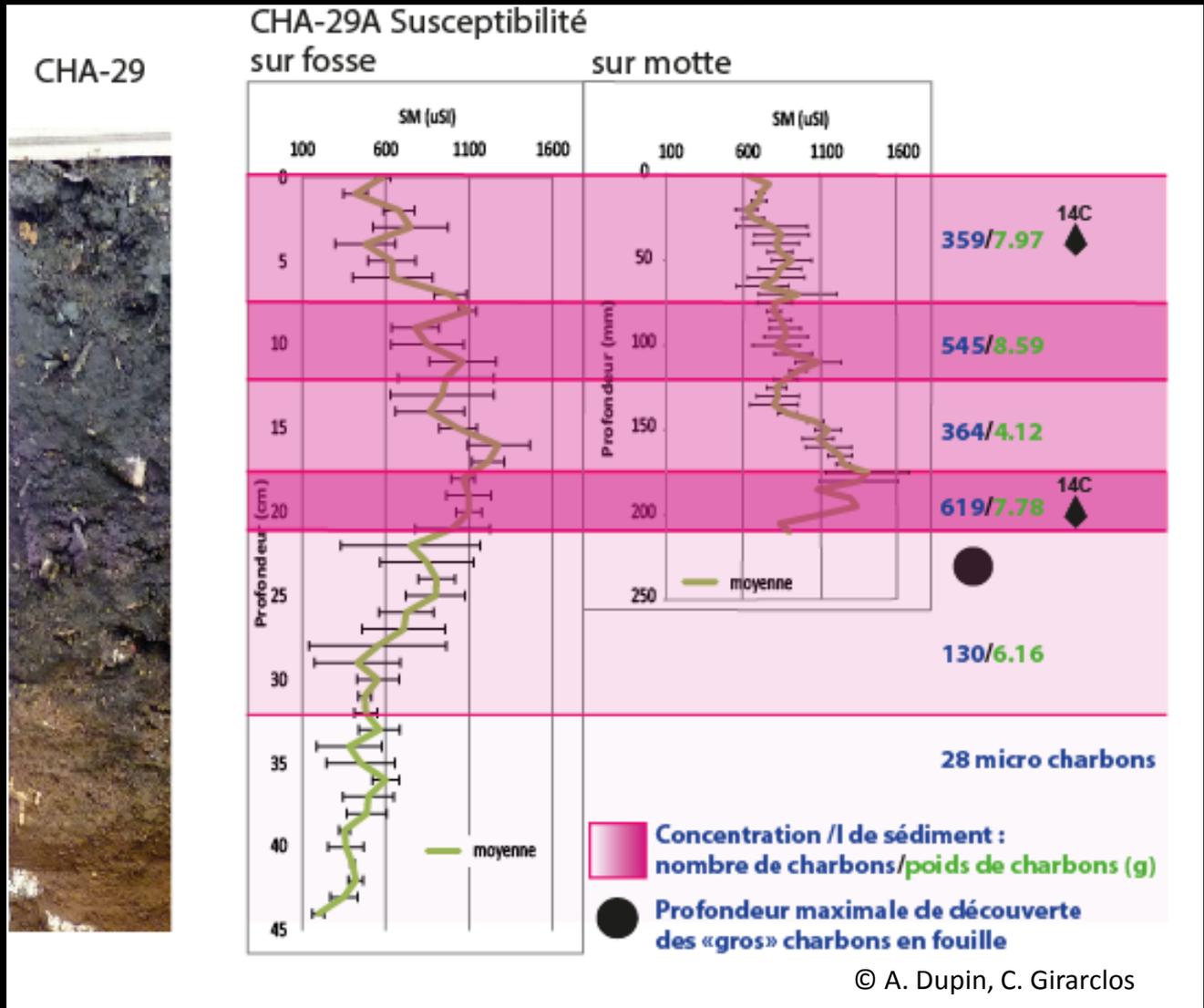
Ressource énergétique



Plus de 1000
plateformes de
charbonnier

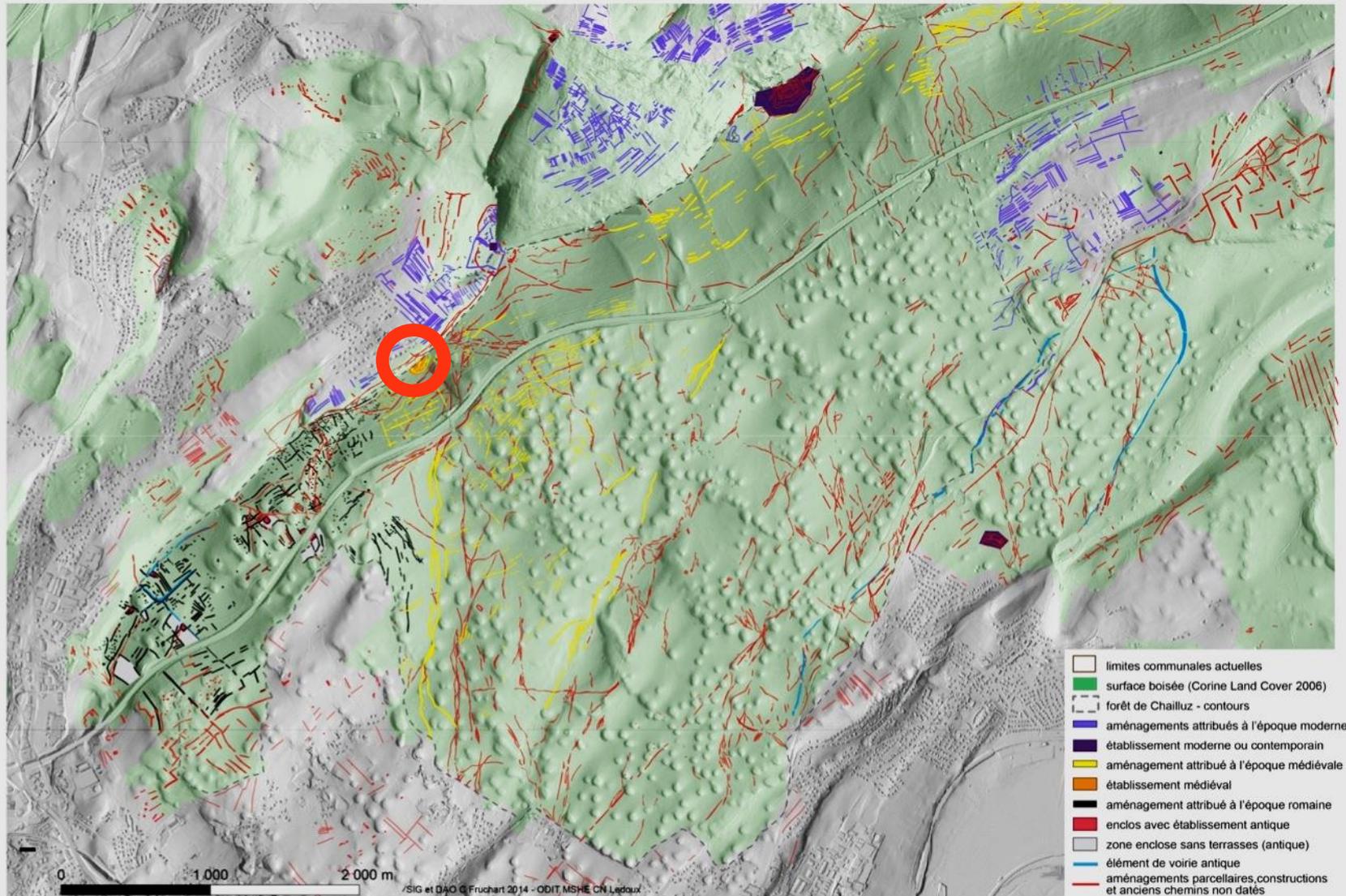
Ressource énergétique

RESULTATS

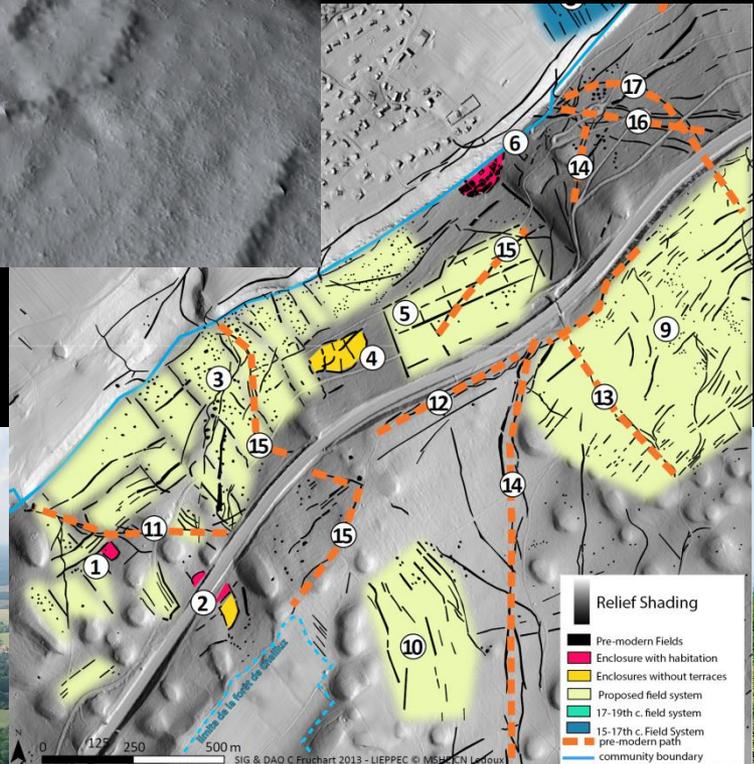


La Chapelle Saint Gengoul

RESULTATS



La Chapelle Saint Gengoul



Une brève histoire de Saint Gengoul

- ❖ Première mention dans les sources écrites en 1049
- ❖ Continue à apparaître dans les textes jusqu'en 1547

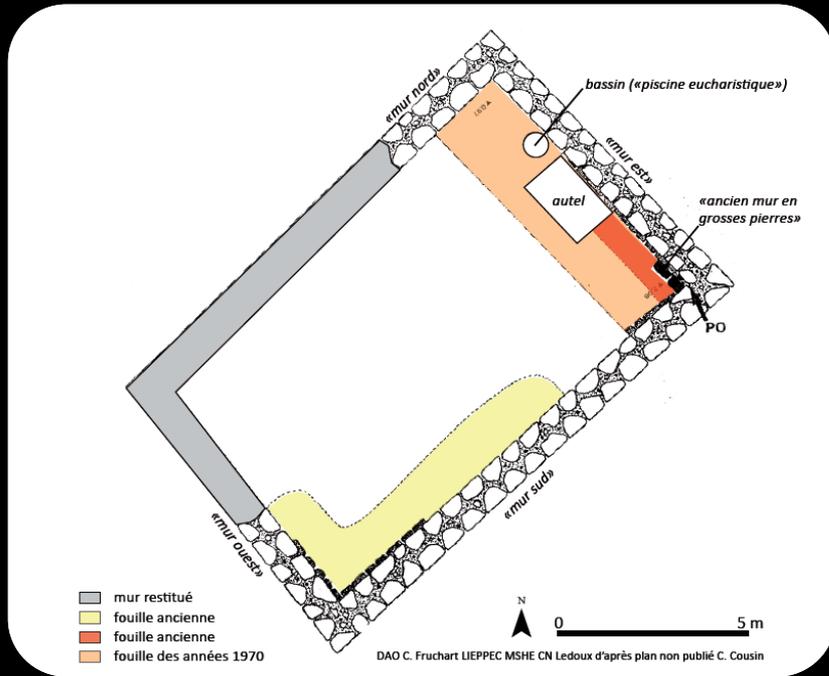
- ❖ L'histoire de la fondation est liée à un aristocrate bourguignon du IX^{ème}, ayant combattu avec Pépin le Bref et assassiné par l'amant de sa femme

- ❖ Le site a été définitivement abandonné à la fin du XVII^{ème}, lorsque la population s'est déplacée vers le village de Tallenay, à seulement quelques centaines de mètres en contrebas, dans le fond de vallée

- ❖ La chapelle a été détruite durant la première moitié du XVIII^{ème}

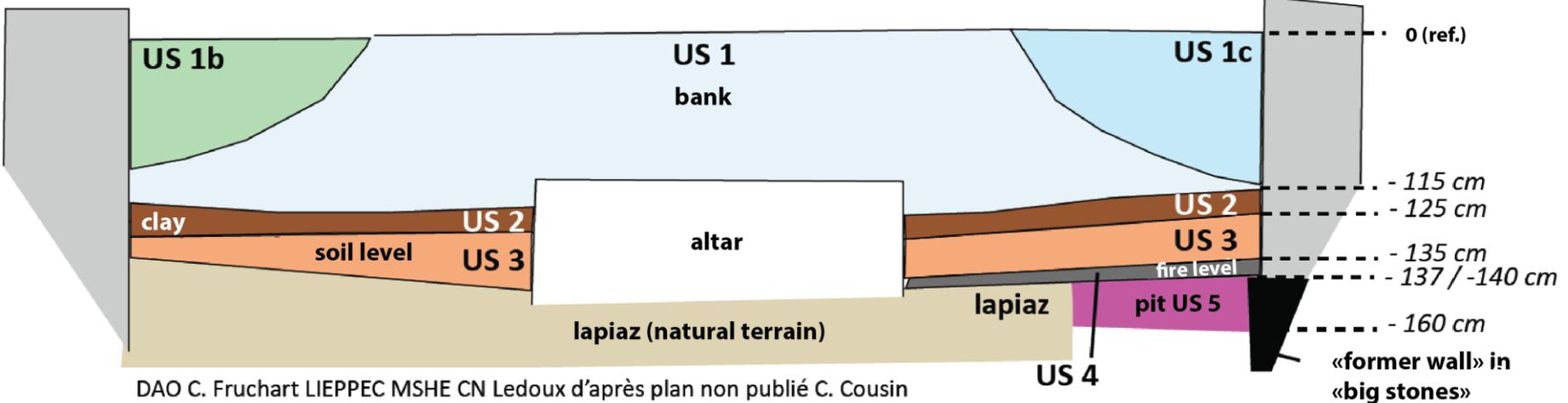
- ❖ Une nécropole burgonde a été découverte près du site en 1875

Fouilles à St. Gengoul

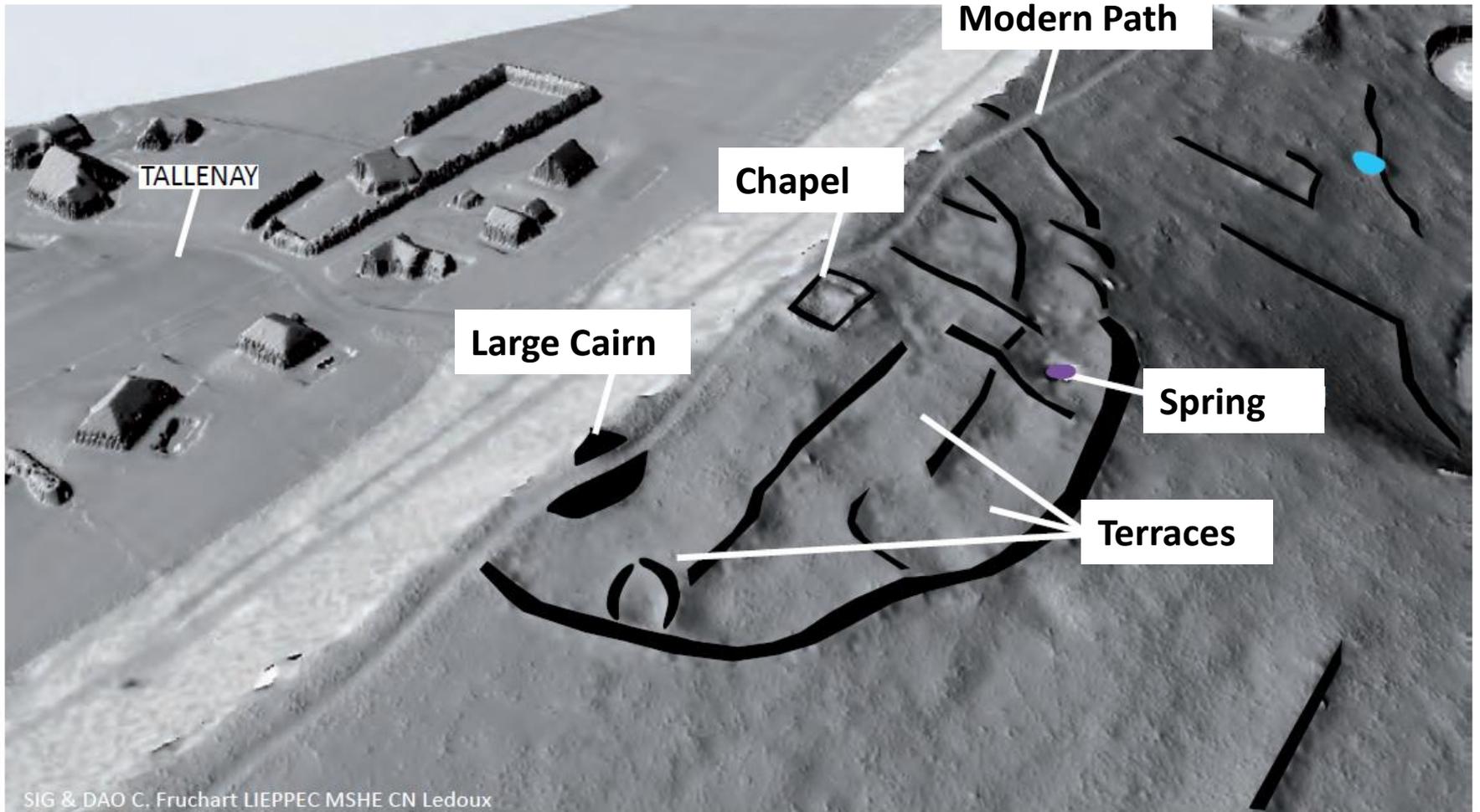


Un bâtiment avec deux phases de construction séparées par un niveau d'incendie

north wall



Topographie de St. Gengoul

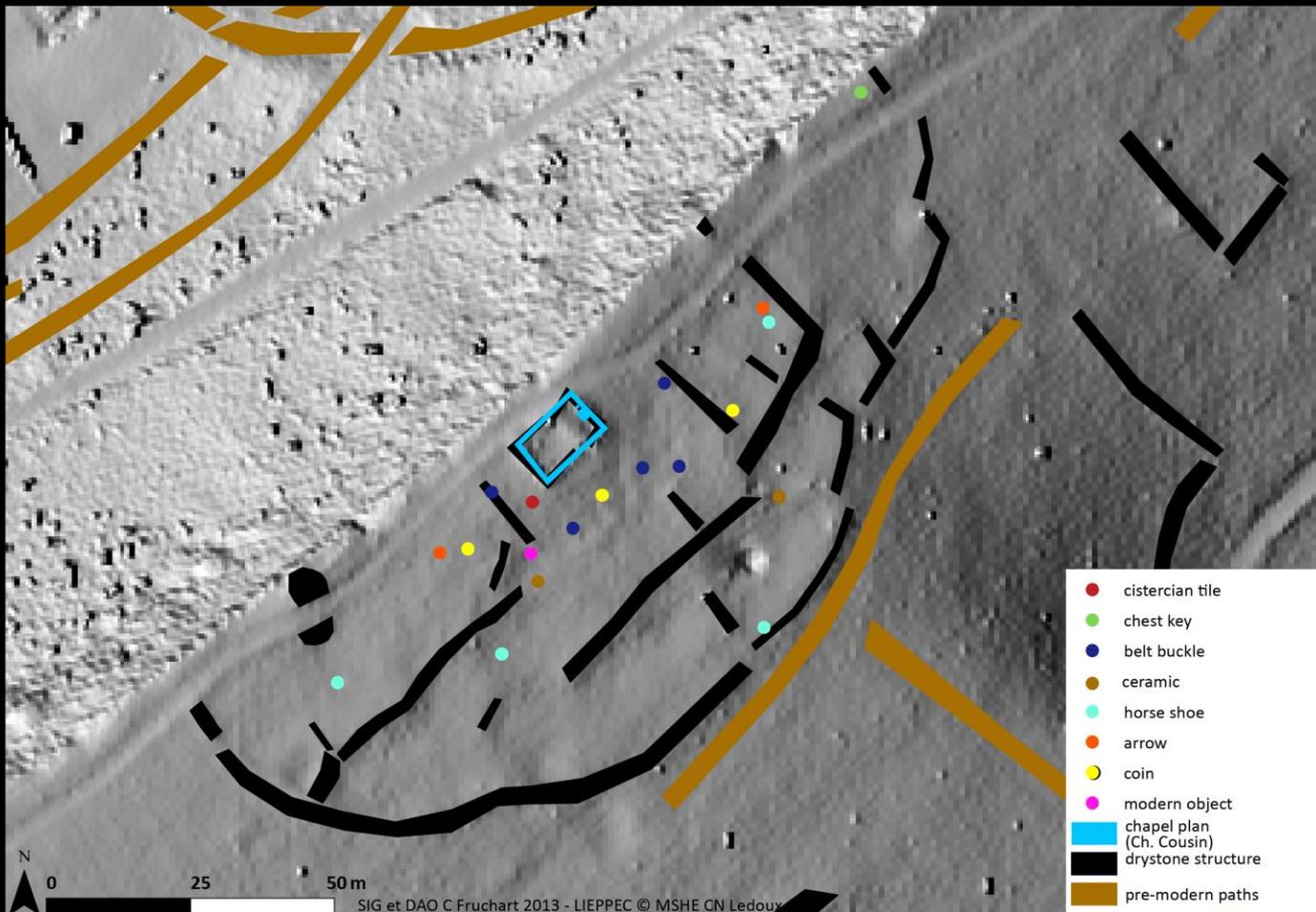


— Drystone structure

● Charcoal platform

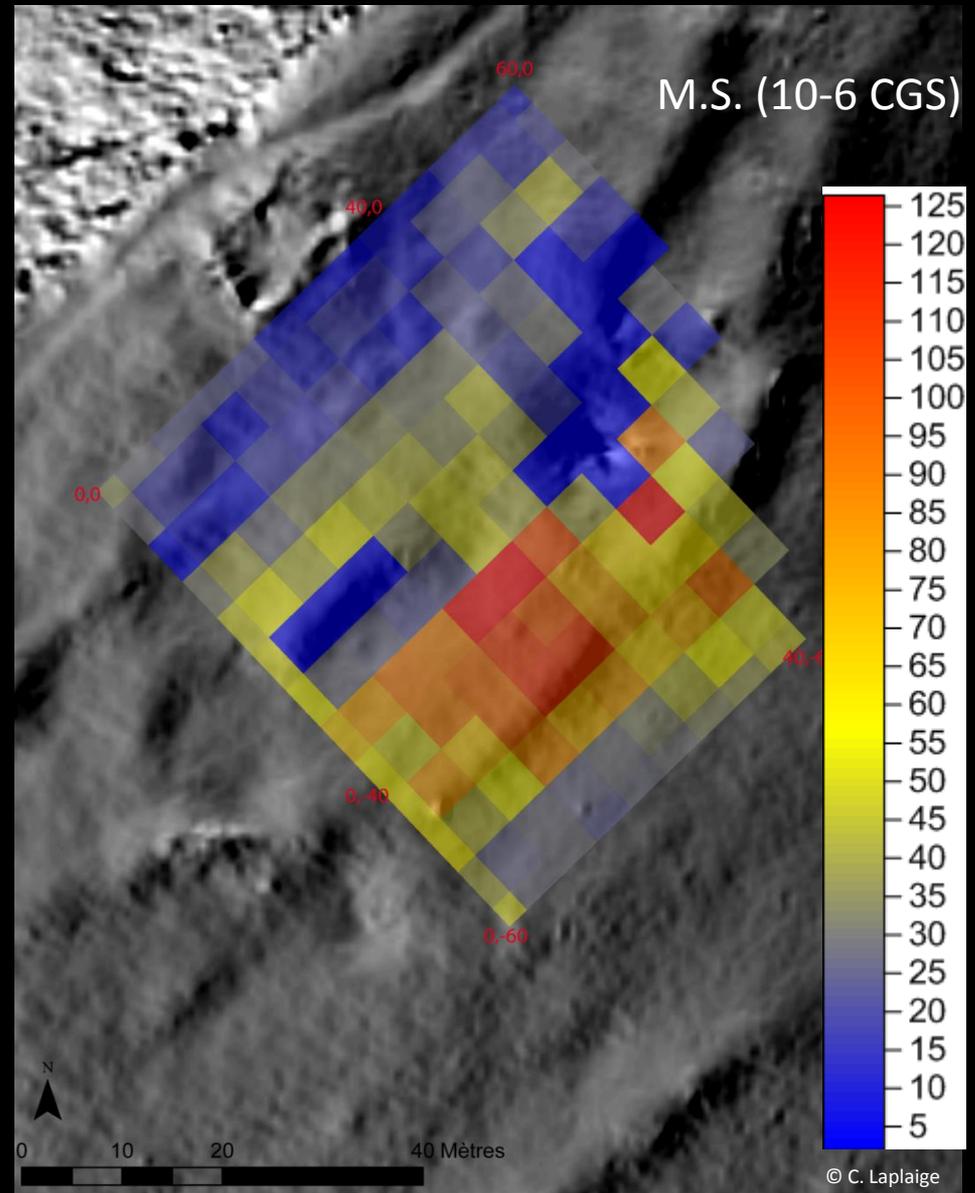
● Depression

Prospection avec détecteur de métaux

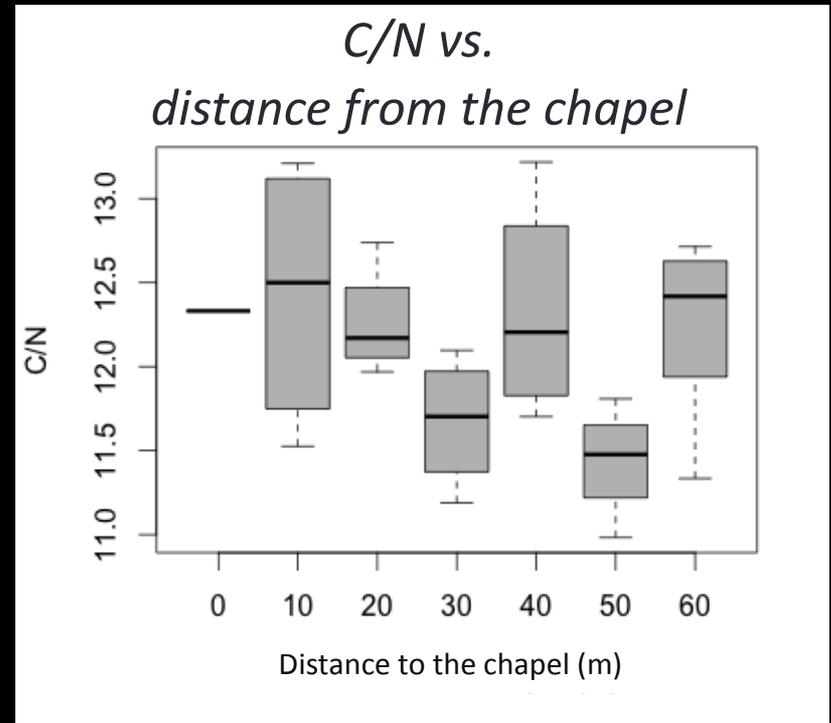
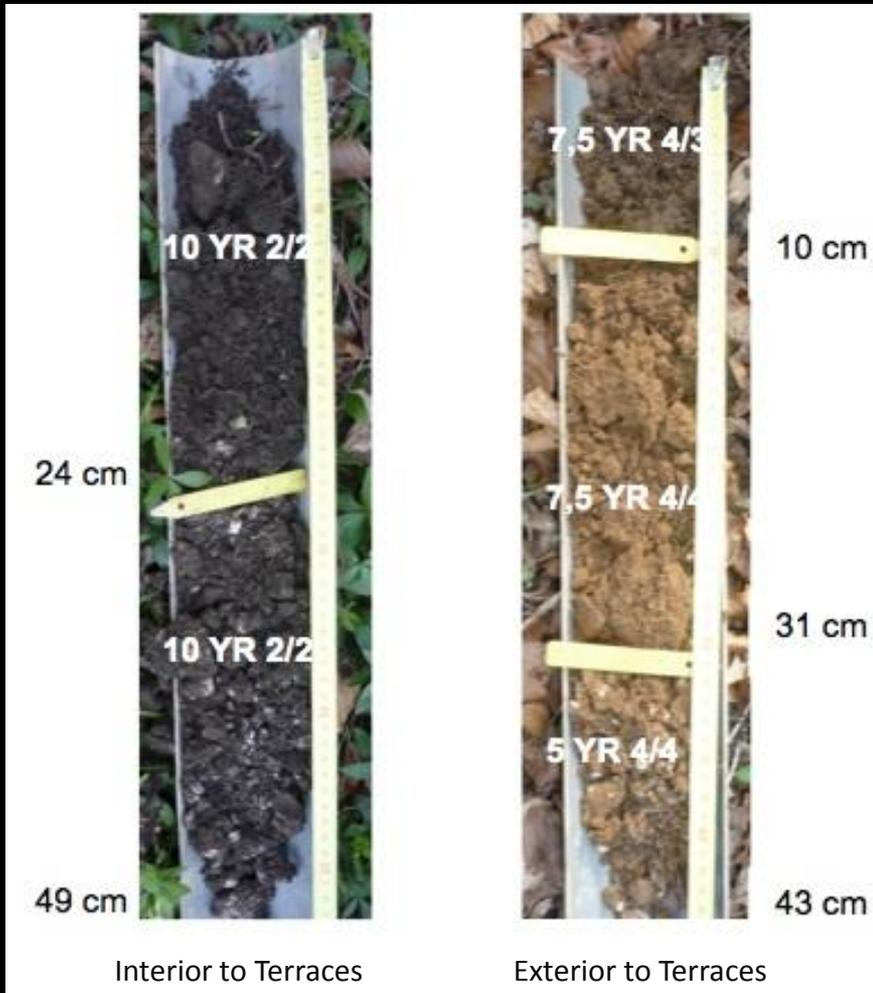


Prospection géophysique

Résultats intéressants l'usage des sols plutôt que les structures



Analyses pédologiques

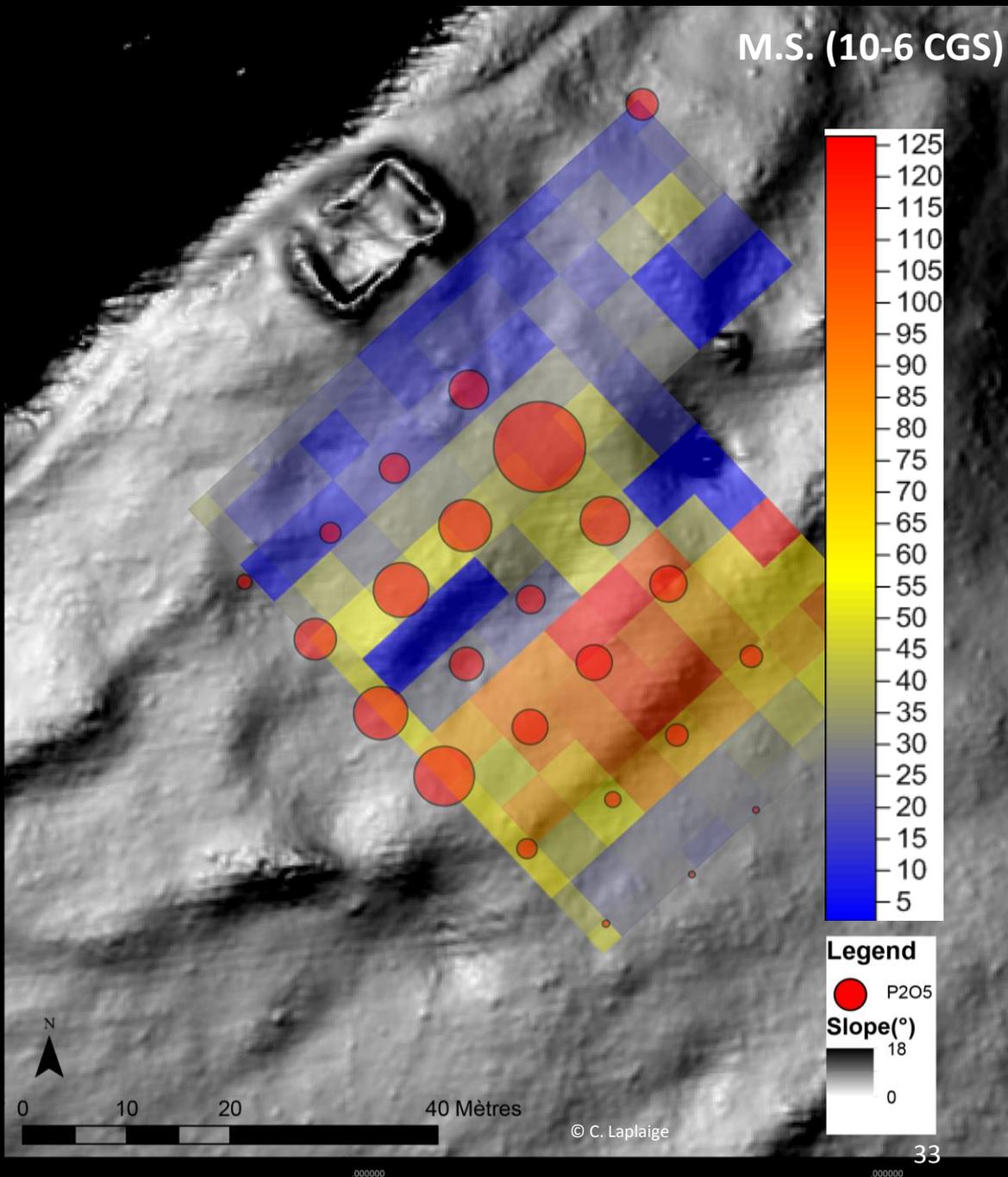


Combined Prospection

Concentration
normalisée en phosphate

+

Susceptibilité
magnétique





Caractérisation



de la végétation



Indices d'Elleberg

Ellenberg N Scale Value	N – Nitrogen (in effect a general indicator of soil fertility)
1	Indicator of extremely infertile sites (<i>Agrostis curtisii</i> , <i>Clinopodium acinos</i> , <i>Rubus chamaemorus</i>).
2	Between 1 and 3 (<i>Aira praecox</i> , <i>Scabiosa columbaria</i>).
3	Indicator of more or less infertile sites (<i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Teucrium scorodonia</i>).
4	Between 3 and 5 (<i>Agrostis capillaris</i> , <i>Cirsium palustre</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Primula vulgaris</i>).
5	Indicator of sites of intermediate fertility (<i>Angelica sylvestris</i> , <i>Trifolium pratense</i>).
6	Between 5 and 7 (<i>Cirsium arvense</i> , <i>Glyceria fluitans</i> , <i>Poa trivialis</i> , <i>Rumex crispus</i>).
7	Plant often found in richly fertile places (<i>Atriplex prostrata</i> , <i>Typha latifolia</i>).
8	Between 7 and 9 (<i>Beta vulgaris</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Lamium album</i> , <i>Urtica dioica</i>).
9	Indicator of extremely rich situations, Such as cattle resting places (<i>Arctium lappa</i> , <i>Artemisia absinthium</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> , <i>Rumex obtusifolius</i>).

Caractérisation de la végétation

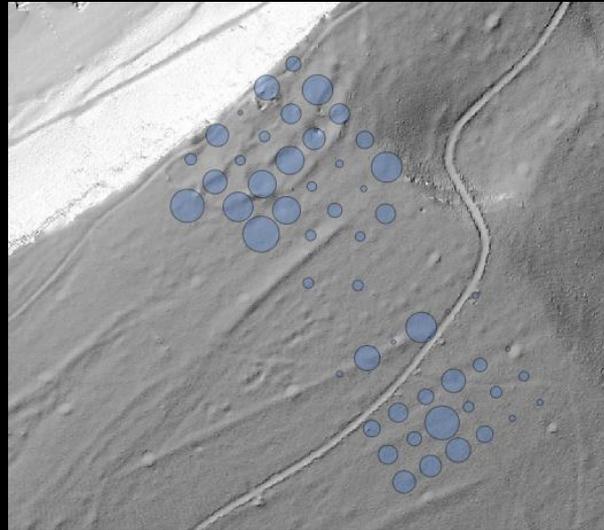
Plantes Ellenberg N=3

(tolèrent des sols pauvres en nutriments)



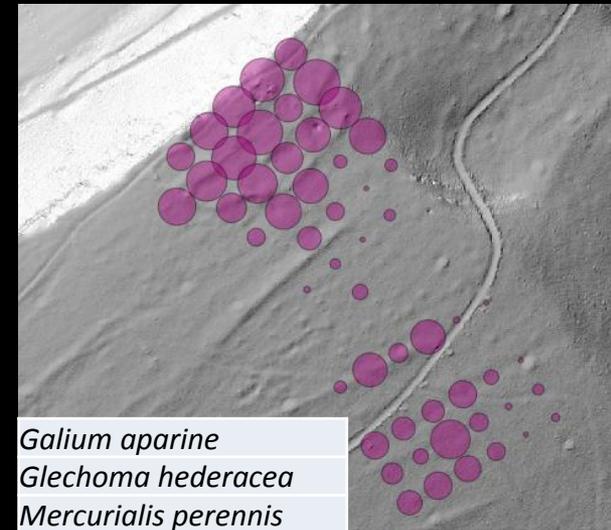
Plantes Ellenberg N=7

(nécessitent des sols riches en nutriments)



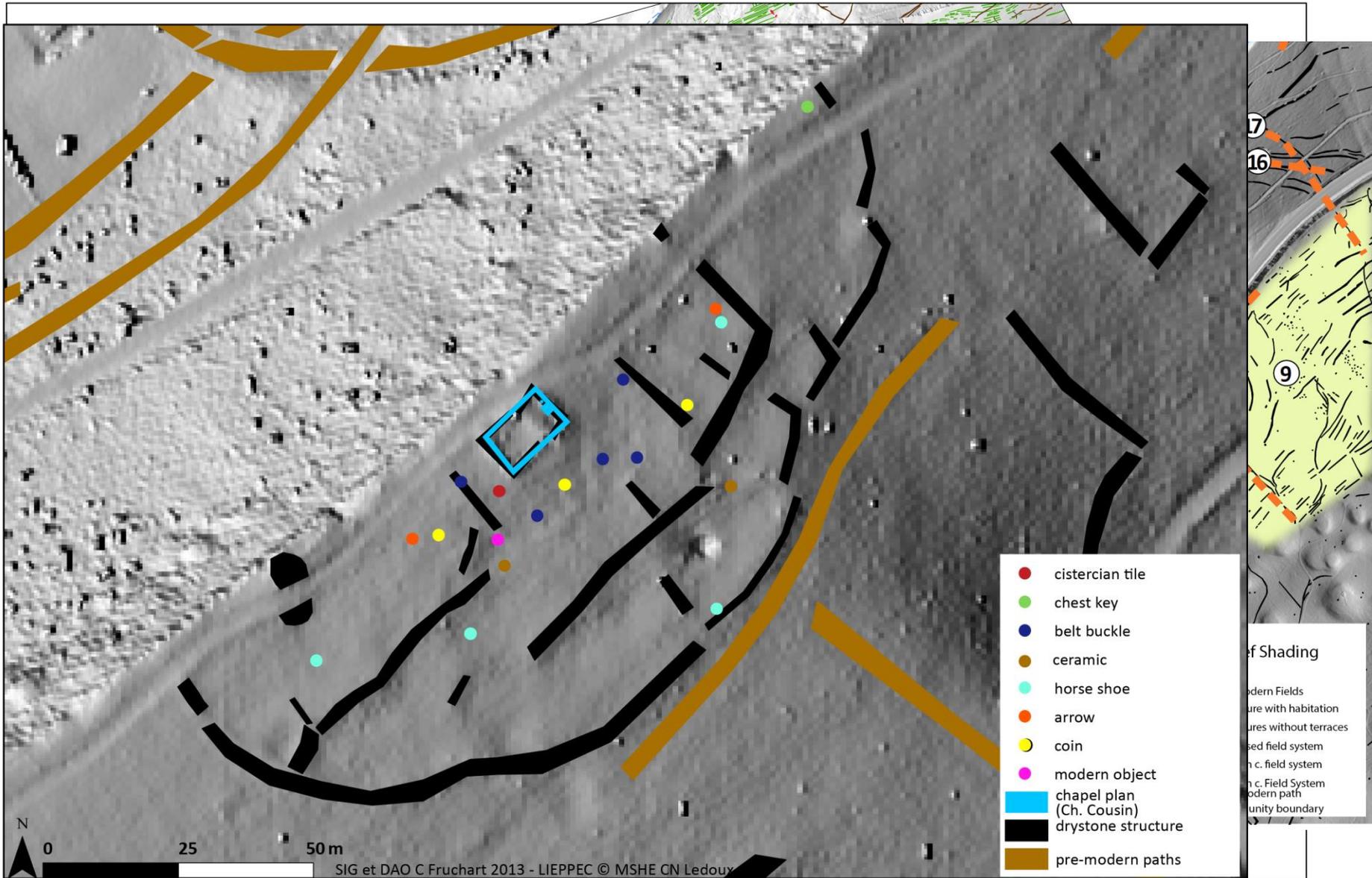
Plantes nécessitant un sol riche

(pas uniquement Ellenberg N=7)



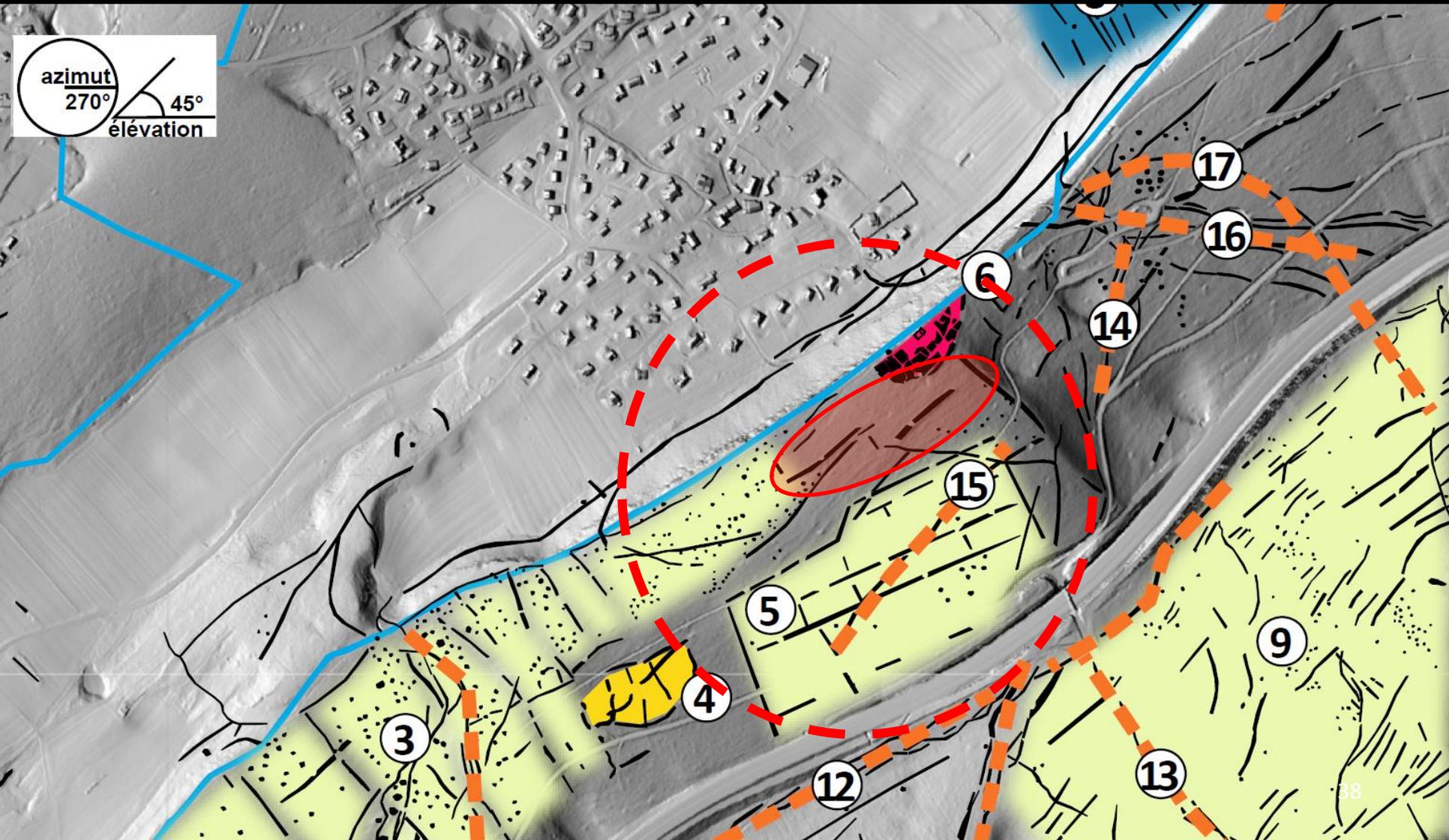
- Galium aparine*
- Glechoma hederacea*
- Mercurialis perennis*
- Geranium robertianum*
- Vinca minor*
- Galium odoratum*
- Ribes alpinum*



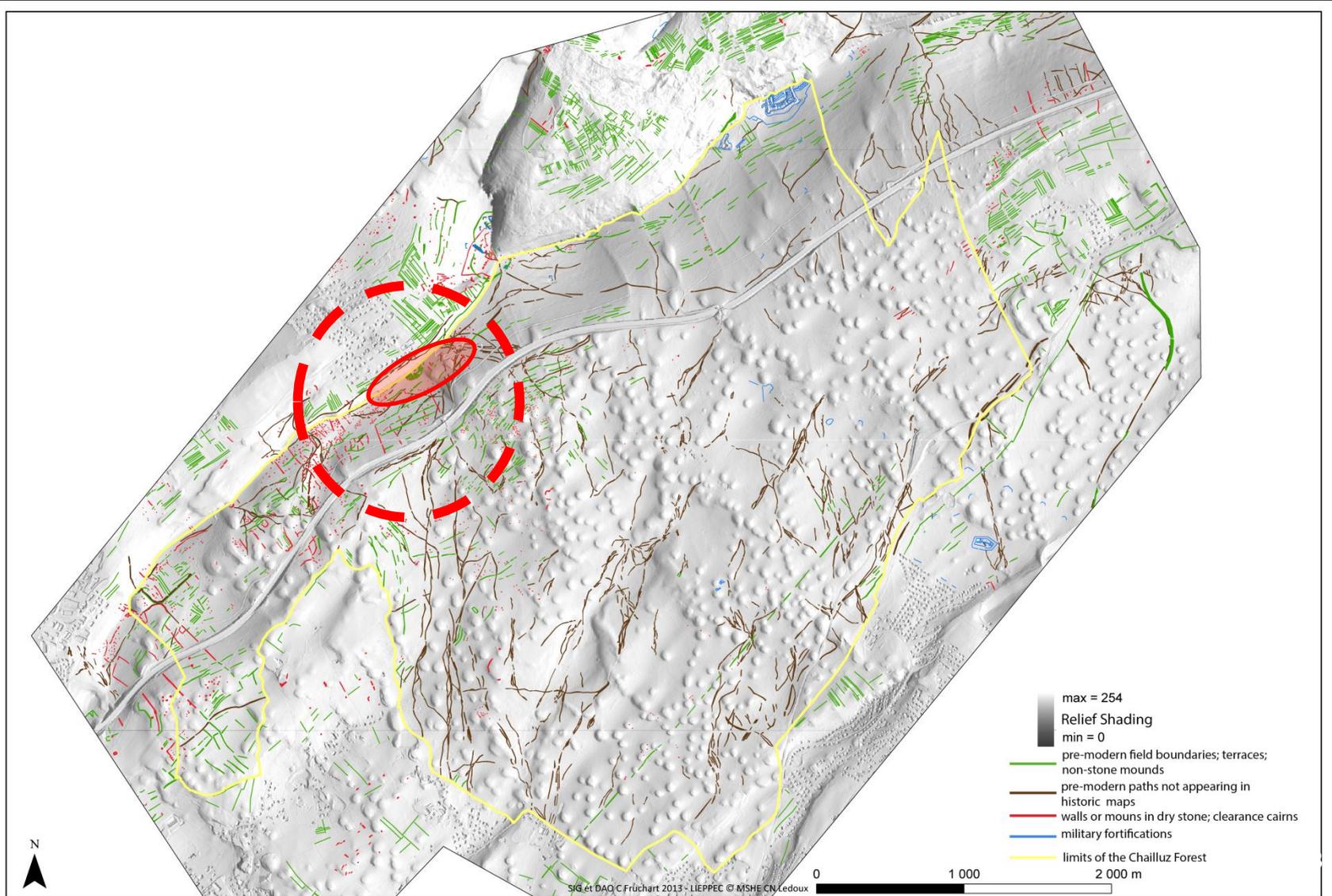


SIG et DAO C Fruchart 2013 - LIEPPEC © MSHE CN Ledoux

Ces systèmes parcellaires contemporains fonctionnent-ils ensemble?



St. Gengoul influence t'il l'organisation parcellaire de Chailluz?



Conclusions

- **L'archéologie des et en forêt nous pousse à envisager différemment nos recherches sur le paysage**
- **L'utilisation des sols et les activités deviennent les unités de base de nos études**
- **L'intégration des données variées est indispensable**
- **Problématique de l'enregistrement et de la conservation des vestiges**
- **Prise en compte des vestiges dans les plans d'aménagements actuels**

