

Rechercher des cabanes

Nouveaux outils de détection archéologique en haute montagne

Membres du prog. de recherche TAHMM :

Baleux François

TRACES

Calastrenc Carine

TRACES/FRAMESPA

Laurent Antoine

Philippe Magali

GEODE

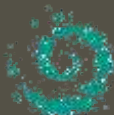
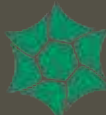
Poirier Nicolas

TRACES

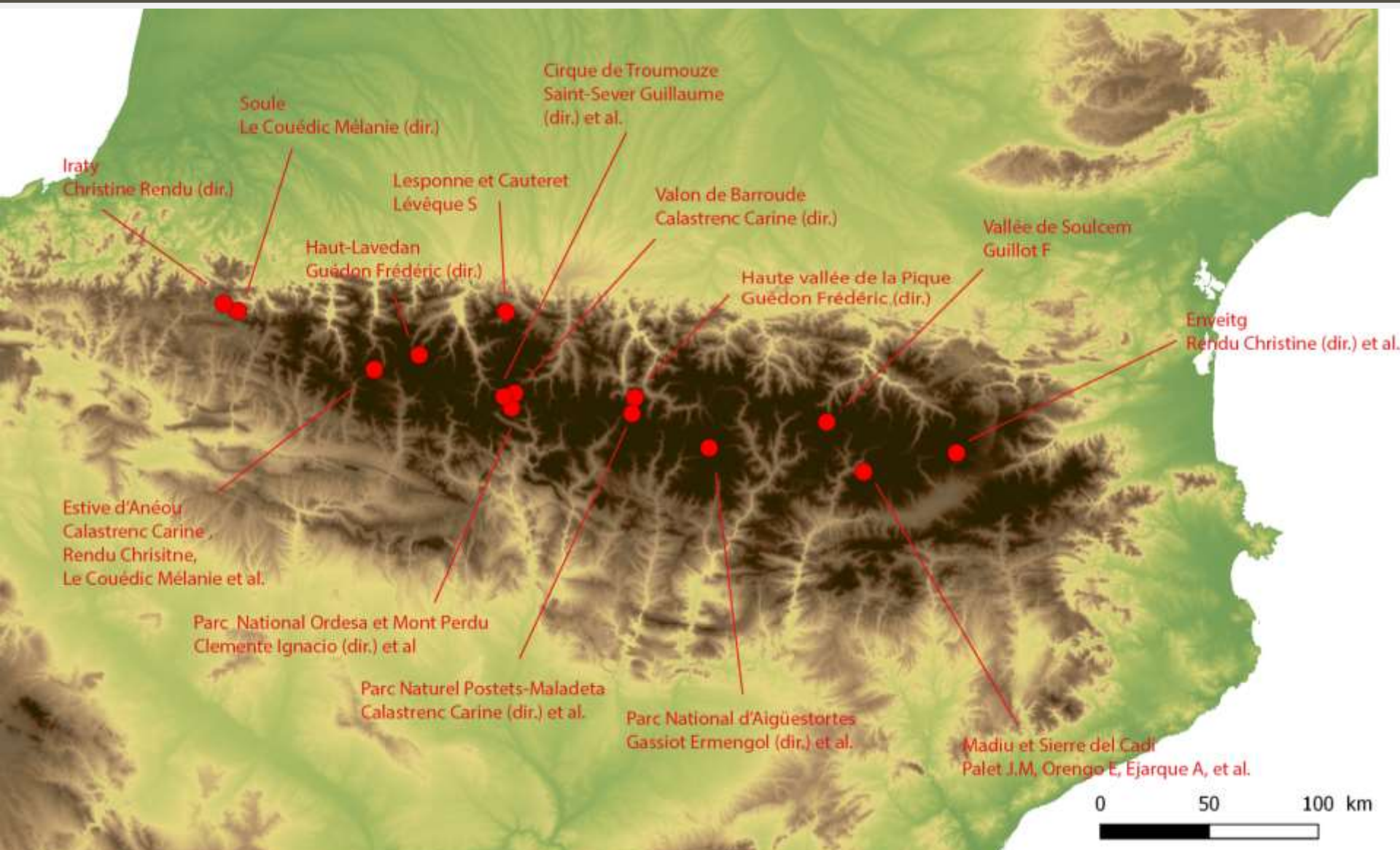
Rendu Christine

FRAMESPA

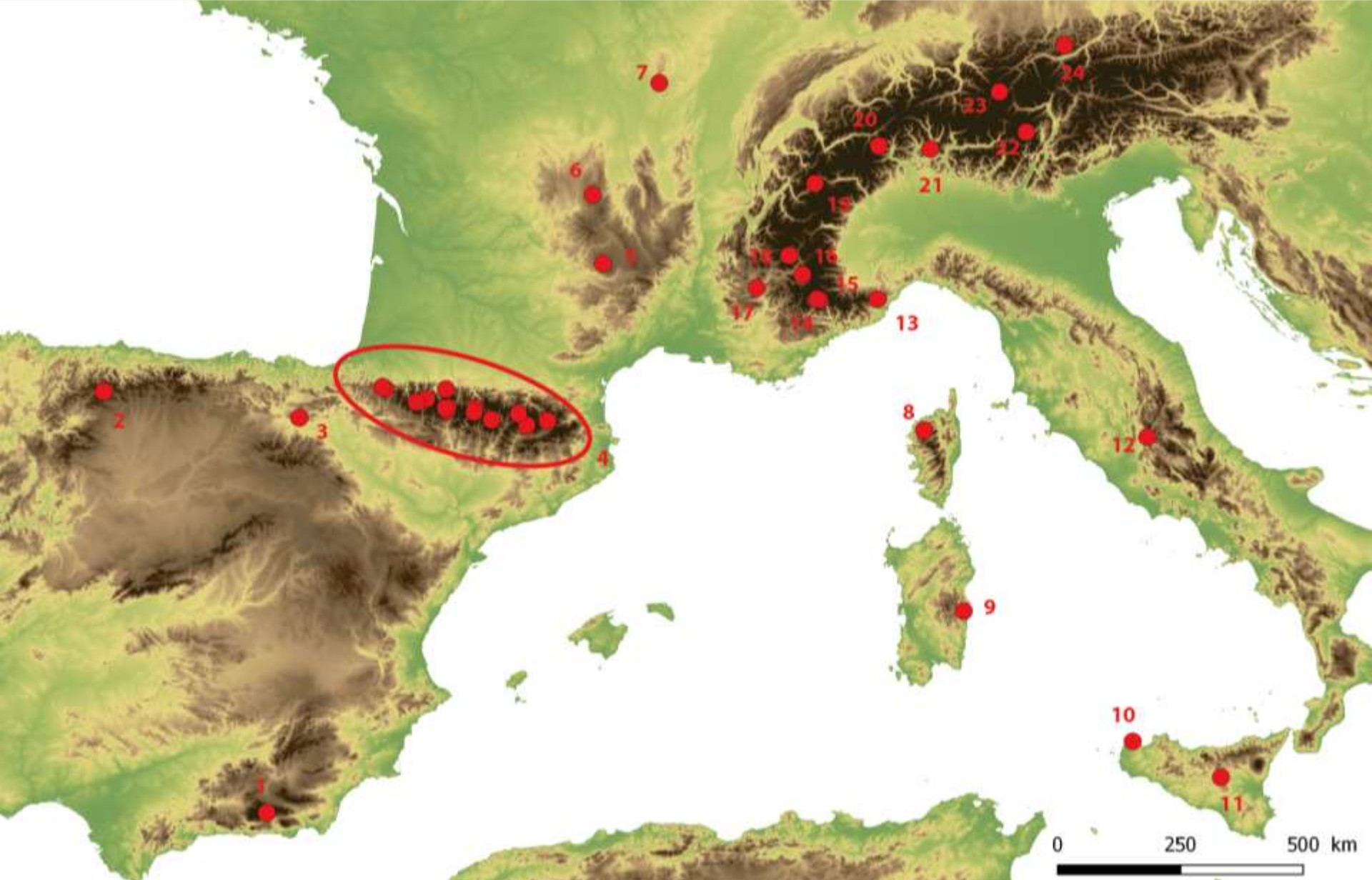
Séminaire Terrae – 14 février 2020



Pyrénées, un cadre novateur



Pyrénées, un cadre novateur



Spécificités de la prospection en haute montagne

- * Parcours à pied sur des pentes fortes
- * Accessibilité des zones d'étude
- * Emport du matériel à dos ou financement d'hélicoptage ou de muletage
- * Terrains enneigés une partie de l'année



Spécificités de la prospection en haute montagne

Anéou

(Rendu, Calastrenc, Le Couédic)

1300 hectares

4 mois à 2 personnes

Benasque

(Calastrenc, Rivas, Ona)

1400 hectares

3 mois à 2 personnes

Aigüestortes

(Gassiot et al)

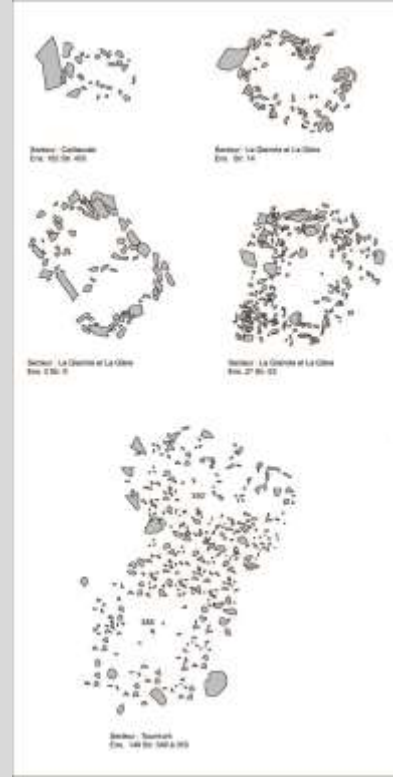
40 000 hectares

10 mois à ± 10 personnes



Spécificités de la prospection en haute montagne

A l'échelle du site, la prospection révèle des plans qui peuvent être ordonnés en type



Spécificités de la prospection en haute montagne

A l'échelle du site, la prospection révèle des plans qui peuvent être ordonnés en type

Mais comment identifier, les infrastructures pastorales édifiées, tout ou en partie, en matériaux périssables ?



Vic (Catalogne – Espagne)
1920-30 - Photographe : Blasi

Vallée de Guarrinza (Aragon Espagne)
– 1933 - Photographe : Compairé

Montagne d'Arpington (Savoie) 2018

2 verrous méthodologiques de la prospection

* Comment approcher de plus grand territoire pour commencer à avoir une réelle approche comparée des trajectoires des territoires d'altitude ?

* Comment disposer d'un référentiel statistiquement significatif et solide qui comprenne à la fois les structures visibles en surface et celles recouvertes par la végétation, les colluvionnements ou arasées par l'activité humaine et épierrées ?



Appareillage scientifique

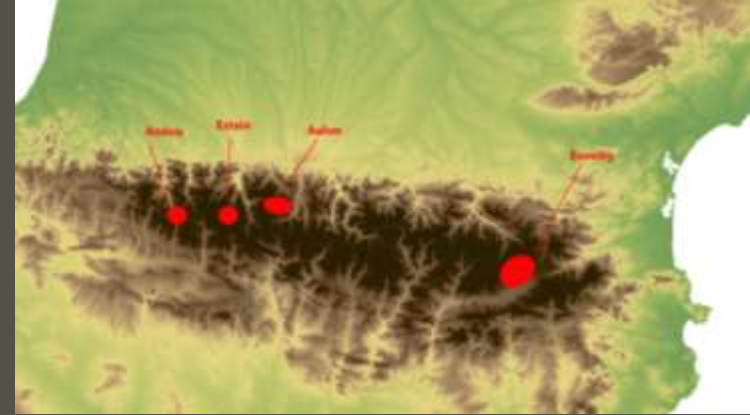
- Télédétection par satellite
- Photogrammétrie par drone
- Thermographie par drone
- Analyse chimique des sols (XRF)
- Géoradar
- Magnétomètre



Terrains d'application

Zones « de calibration »

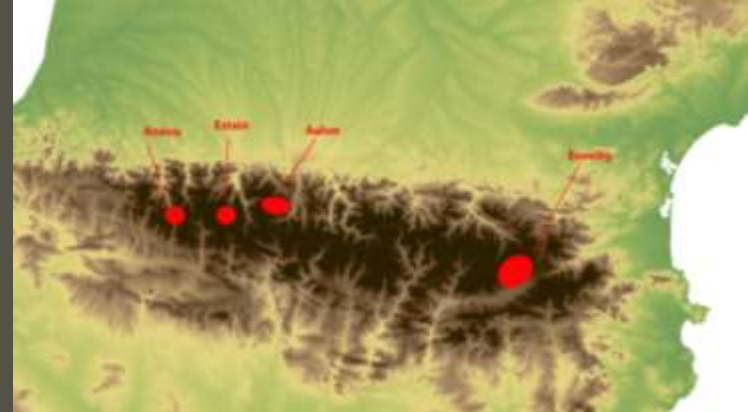
* Montagne d'Enveitg (Pyrénées-Orientales)



Terrains d'application

Zones « de calibration »

- * Montagne d'Enveitg (Pyrénées-Orientales)
- * Estive d'Anéou (Pyrénées-Atlantiques)



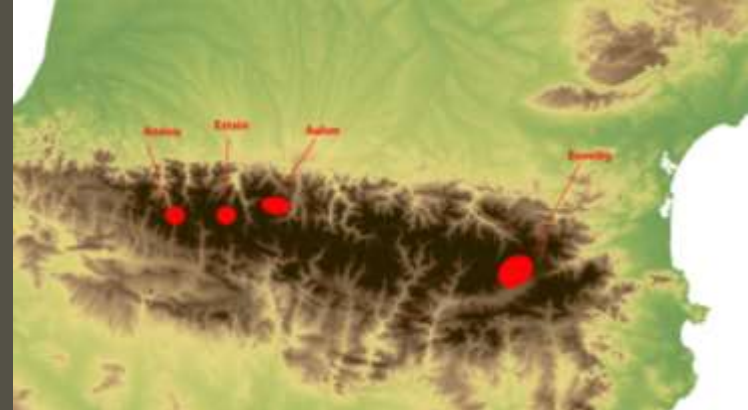
Terrains d'application

Zones « de calibration »

- * Montagne d'Enveitg (Pyrénées-Orientales)
- * Estive d'Anéou (Pyrénées-Atlantiques)

Zones « tests »

- * Secteur du Liantran (Estaing – Hautes-Pyrénées)



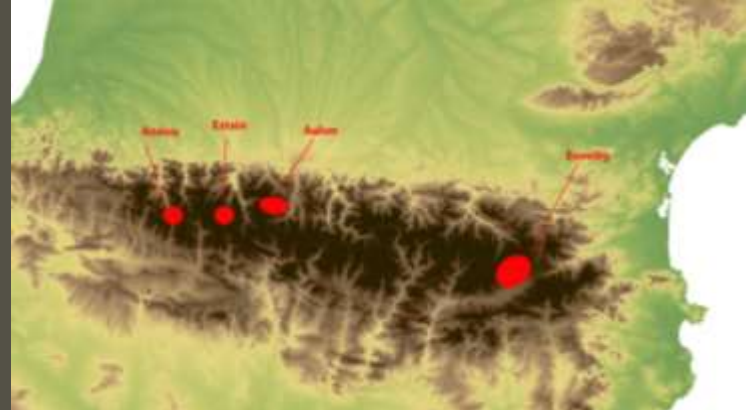
Terrains d'application

Zones « de calibration »

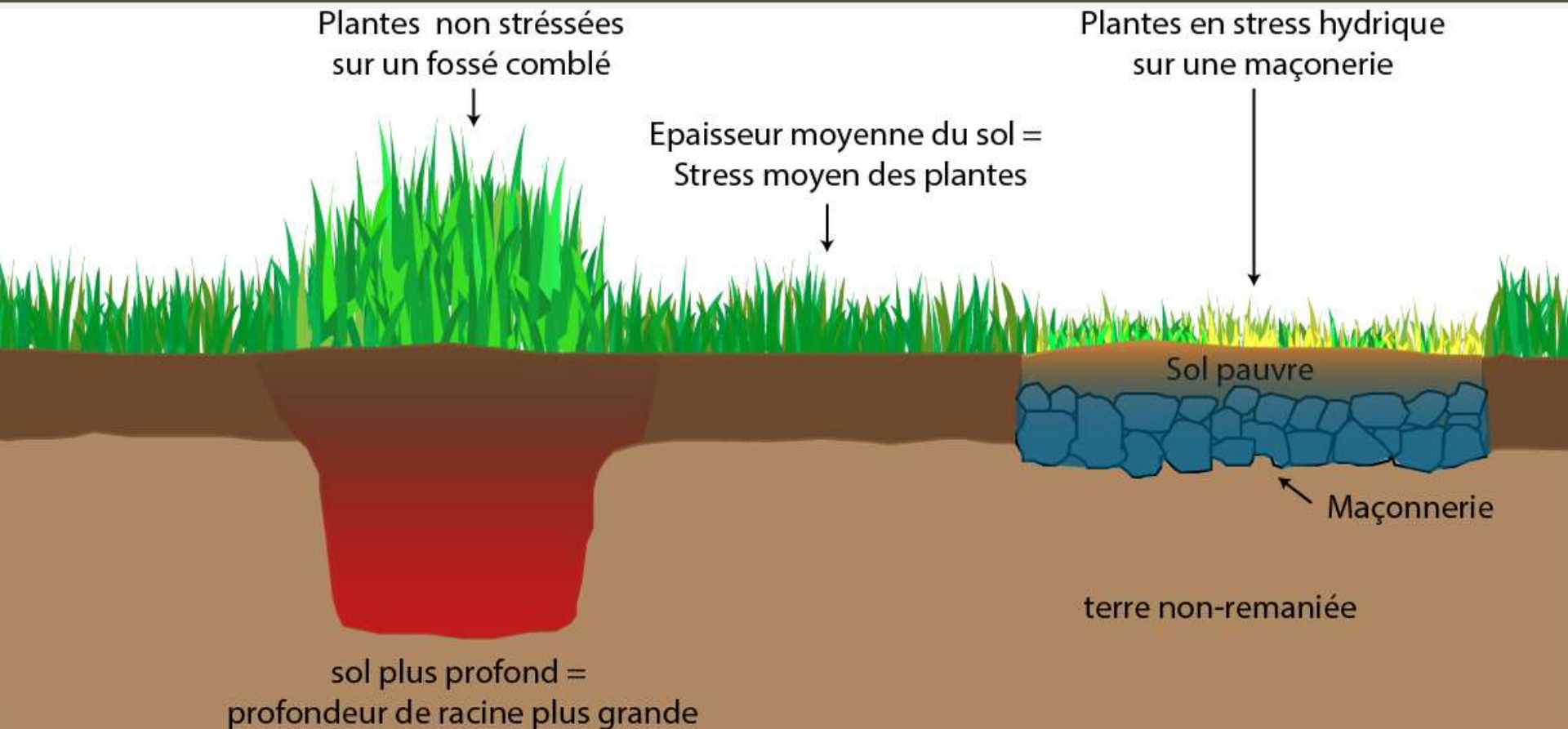
- * Montagne d'Enveitg (Pyrénées-Orientales)
- * Estive d'Anéou (Pyrénées-Atlantiques)

Zones « tests »

- * Secteur du Liantran (Estaing – Hautes-Pyrénées)
- * Réserve Naturelle d'Aulon (Hautes-Pyrénées)



La thermographie aérienne permet de déterminer, à distance et sans contact, la température d'un objet.

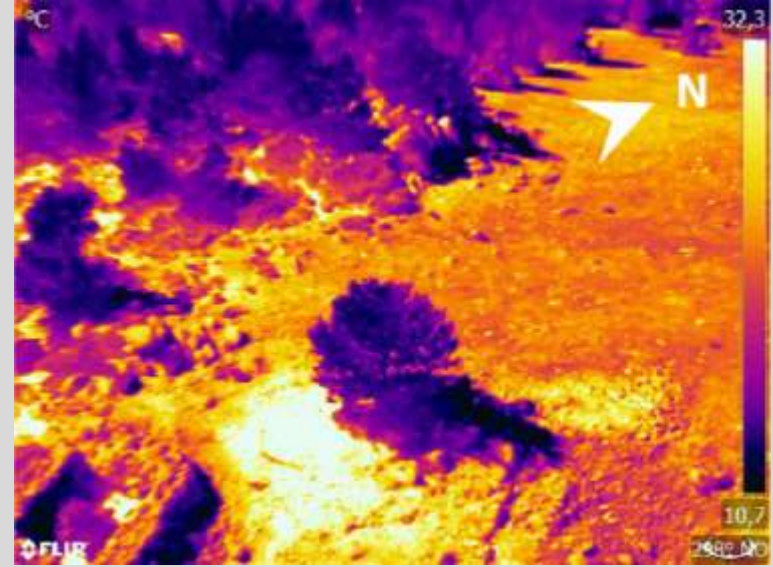


La caméra thermique - FLIR T620

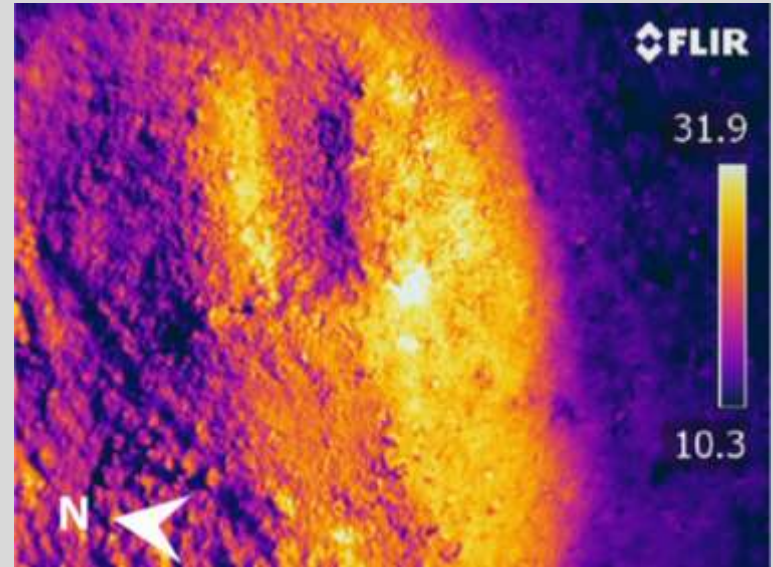
- Détection de deltas de températures de l'ordre de $0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Images de 640×480 pixels
- Transmission radio en temps réels des images captées



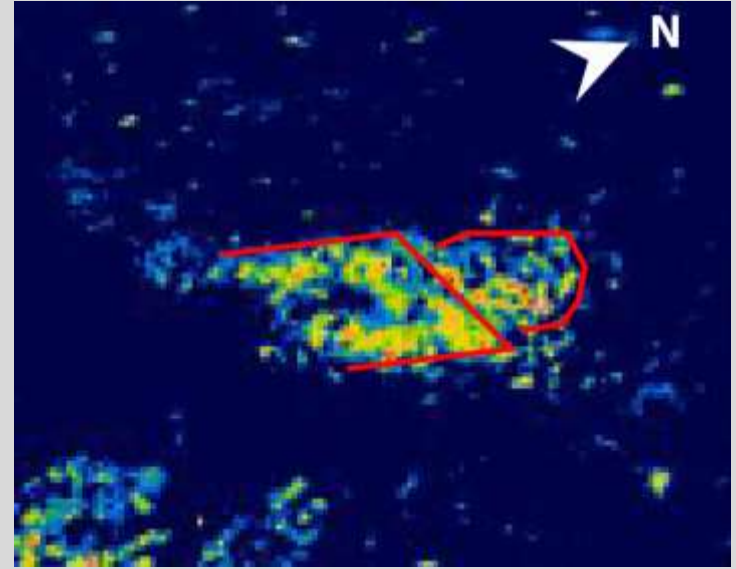
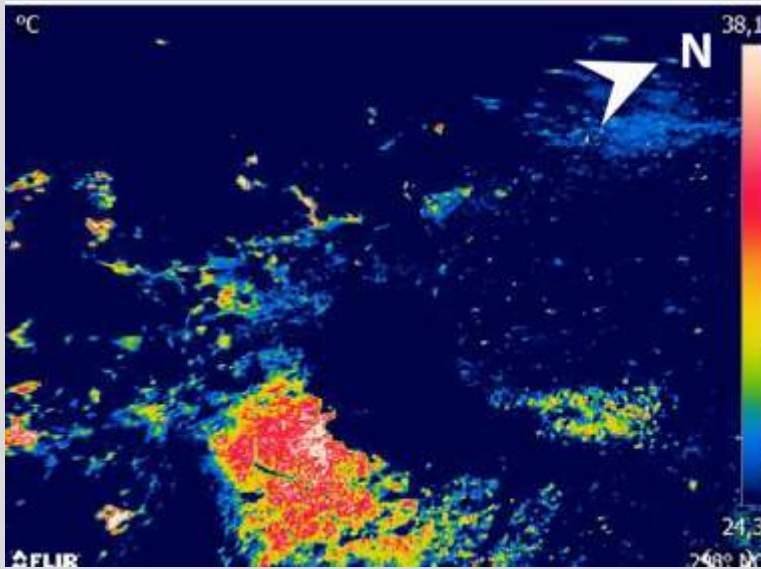
Enveitg



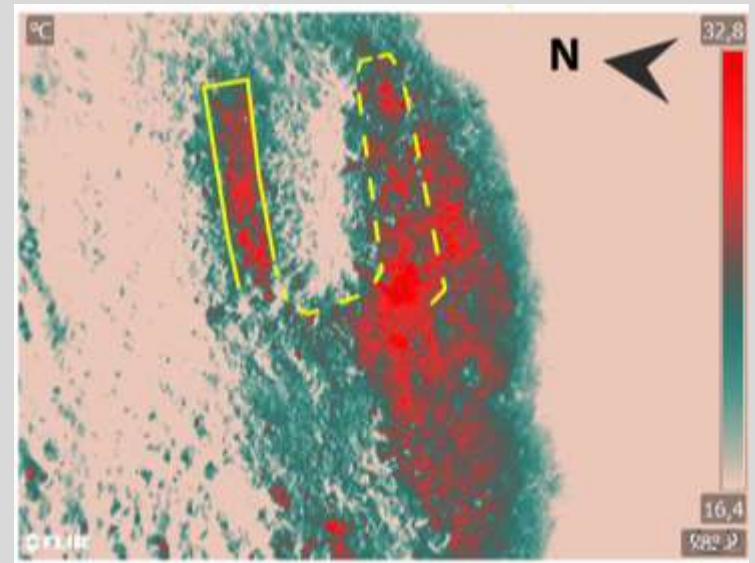
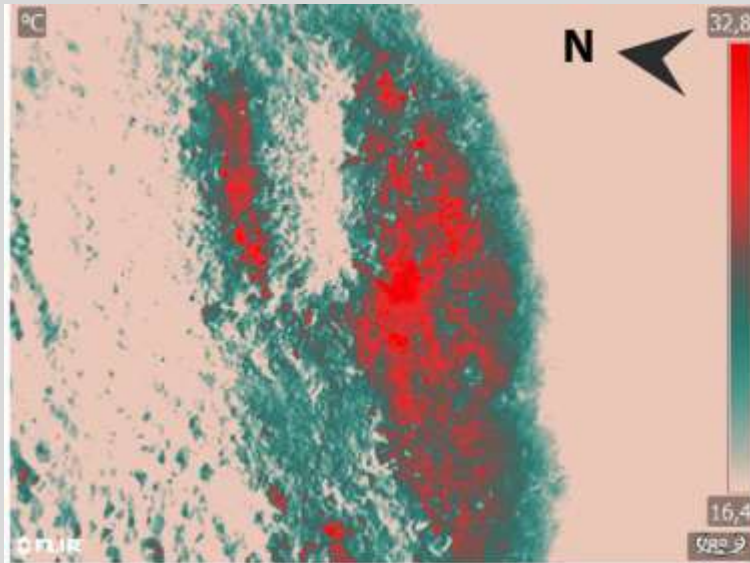
Aulon



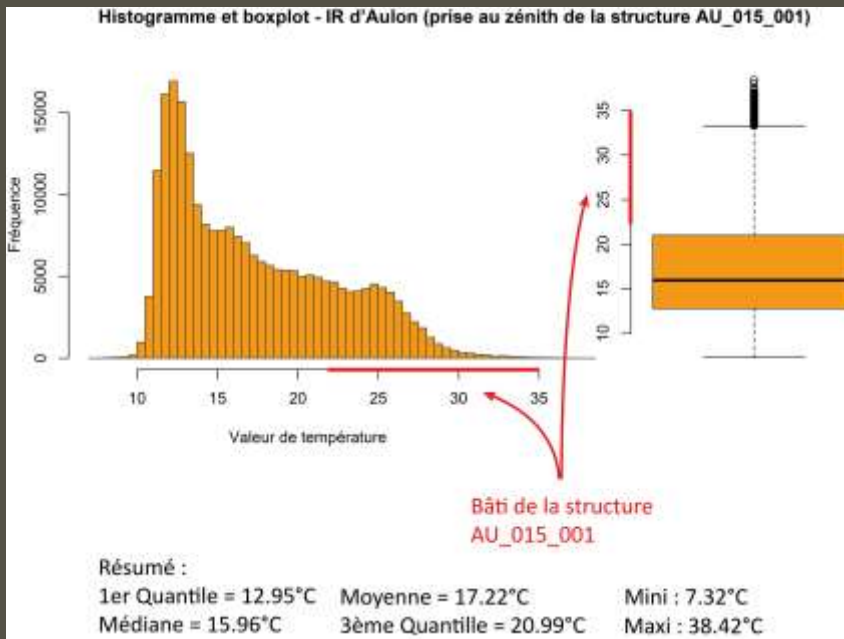
Enveitg



Aulon



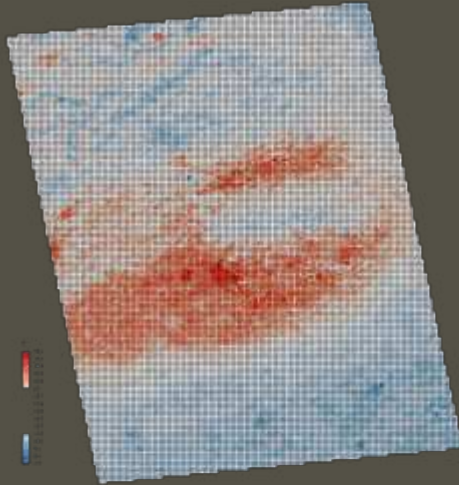
Aulon



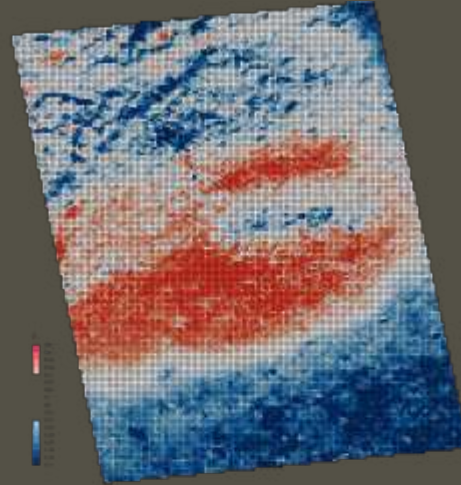
- Quantiles
- Progression géométrique
- Progression arithmétique
- Seuil naturels (Jenks)
- Q6

Distribution asymétrique

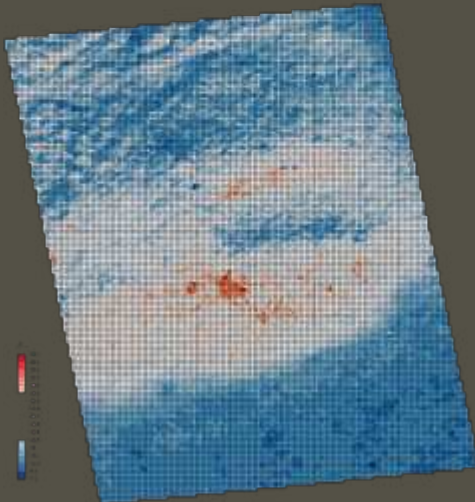
Aulon



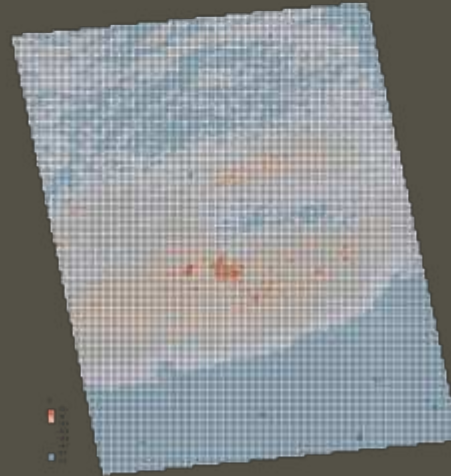
Géométrie – 16 classes



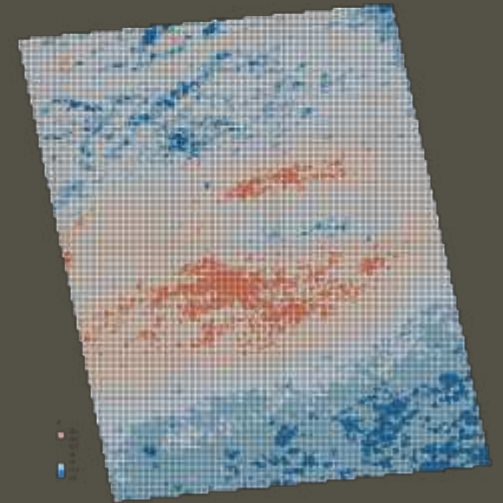
Quantiles – 16 classes



Intervalles égaux – 16 classes

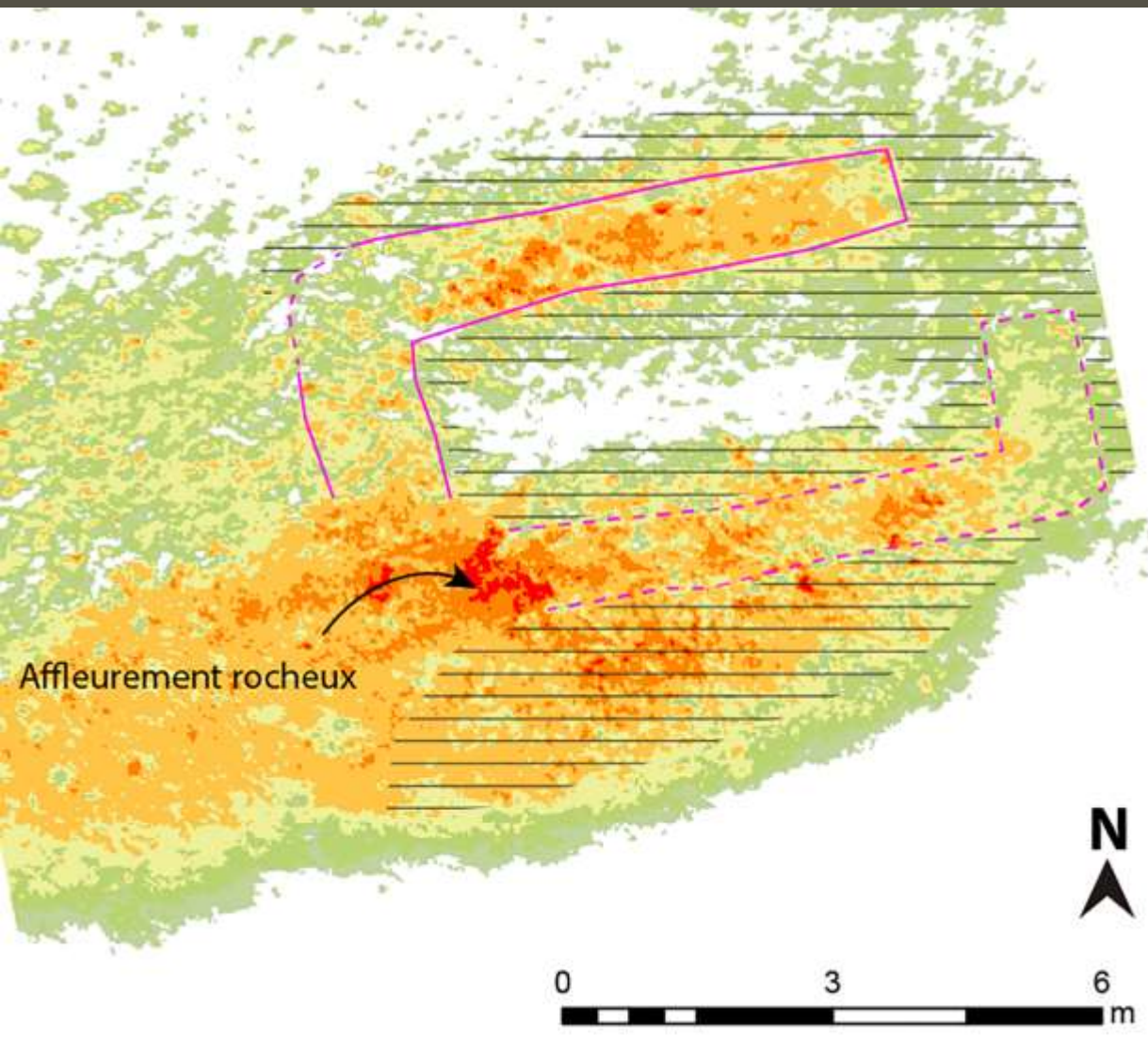


Ecart-Type – 7 classes



Q6 – 7 classes

Aulon



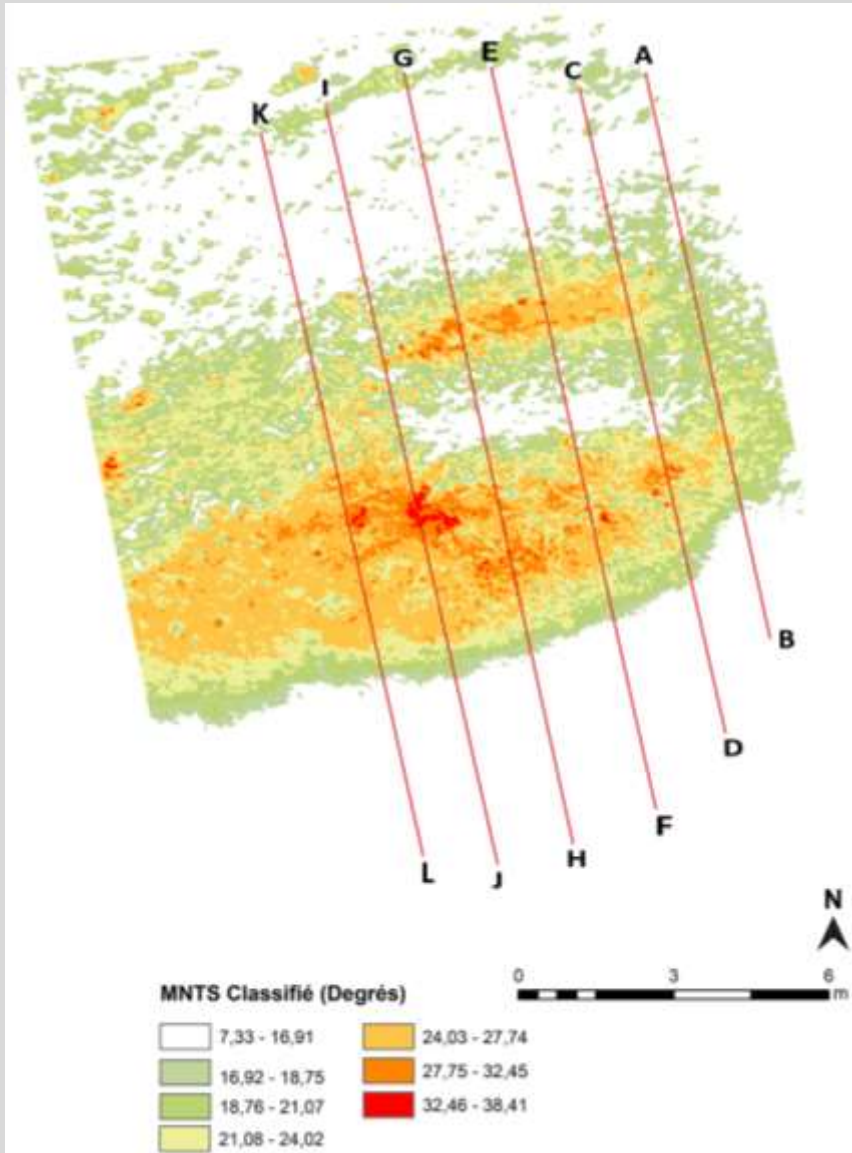
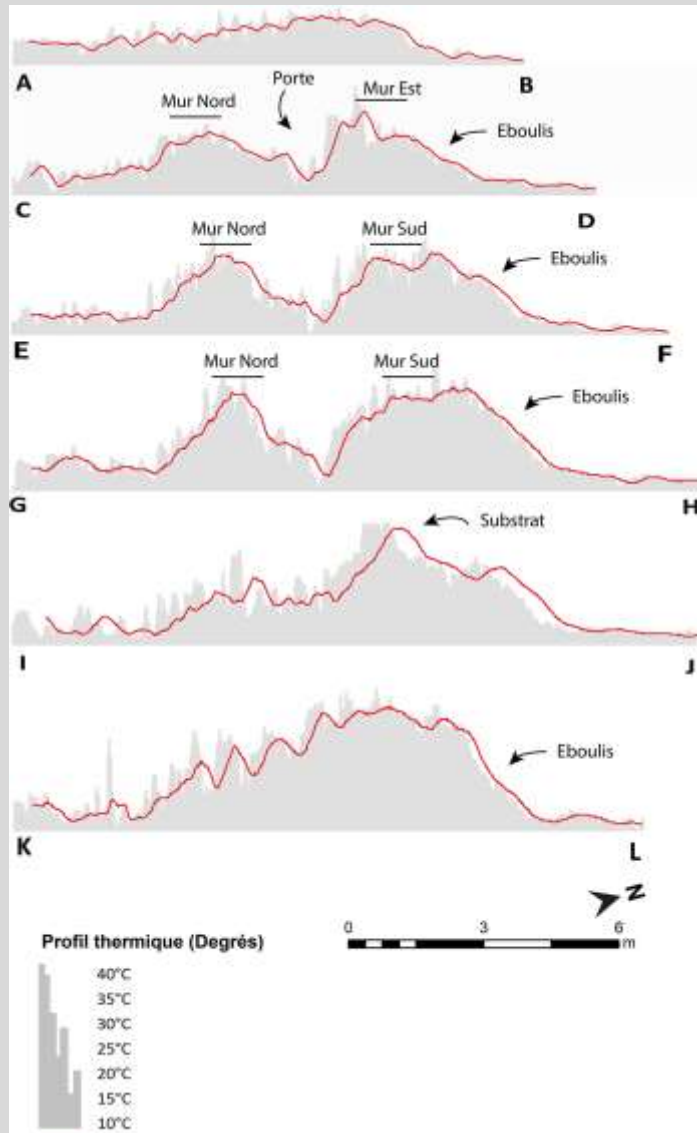
MNTS classifié (degrés)

7,33 - 16,91	21,08 - 24,02
16,92 - 18,75	24,03 - 27,74
18,76 - 21,07	27,75 - 32,45
	32,46 - 38,41

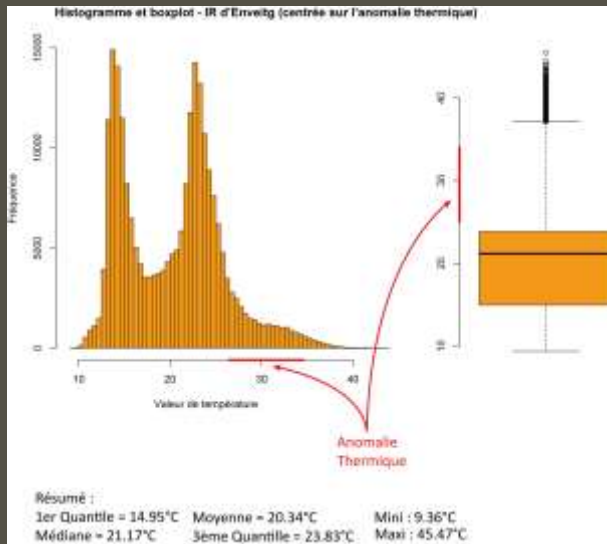
Interprétation archéologique

- Ligne des murs
- - - Possible ligne des murs
- Zone d'éboulement des murs

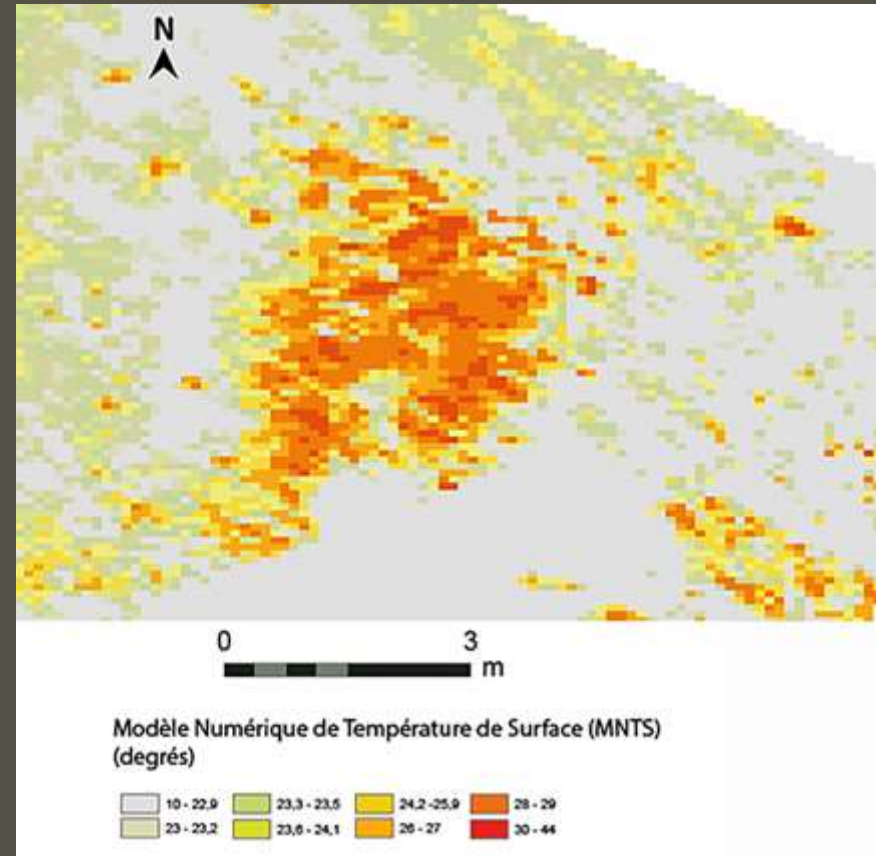
Aulon



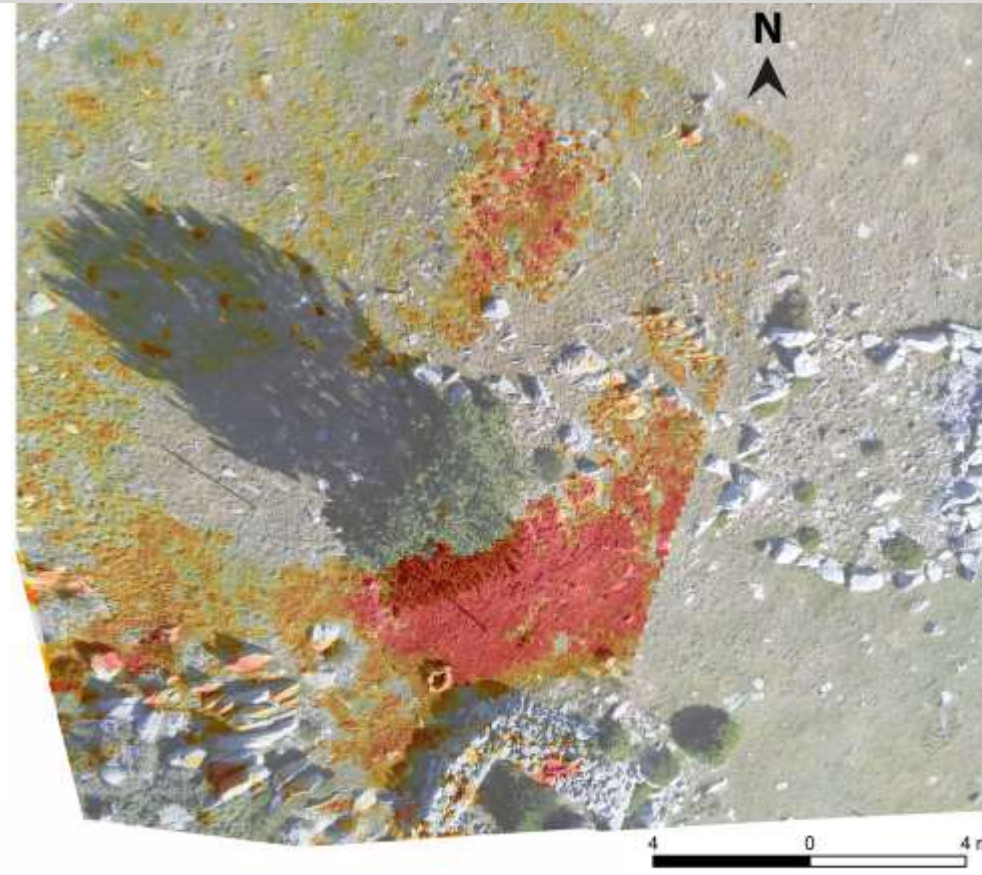
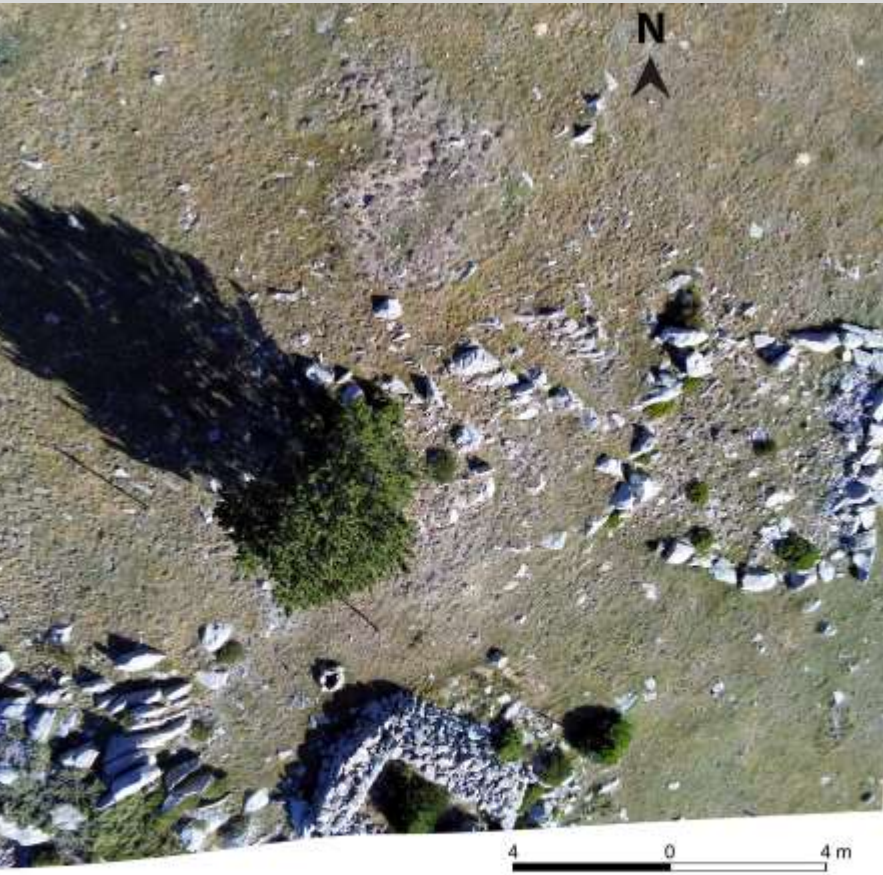
Enveitg



Distribution asymétrique



Enveitg



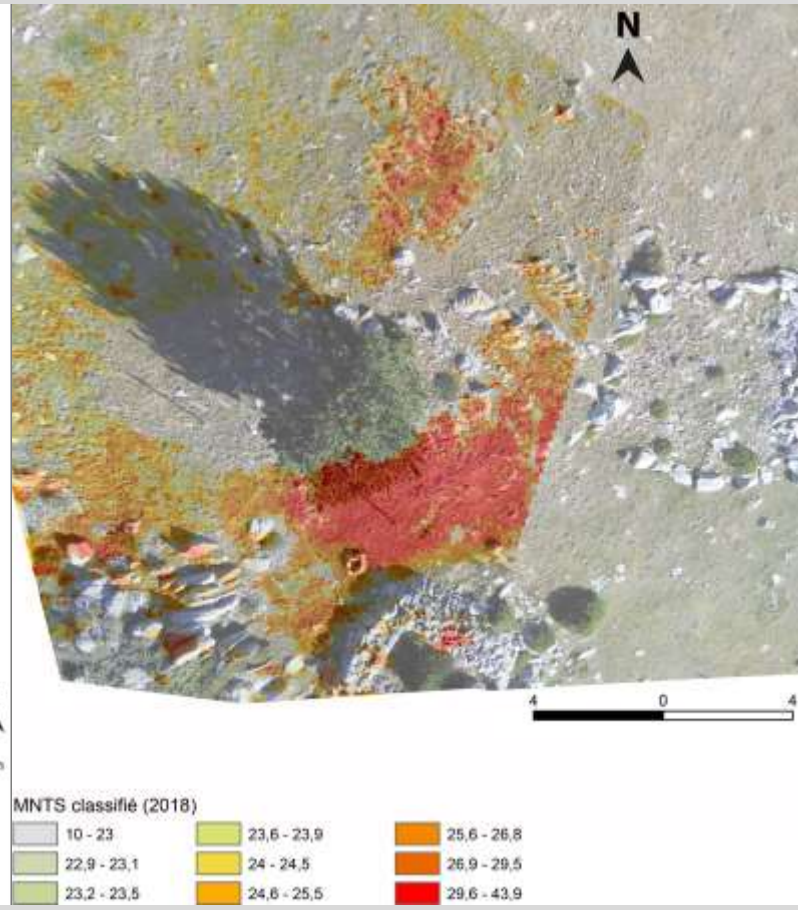
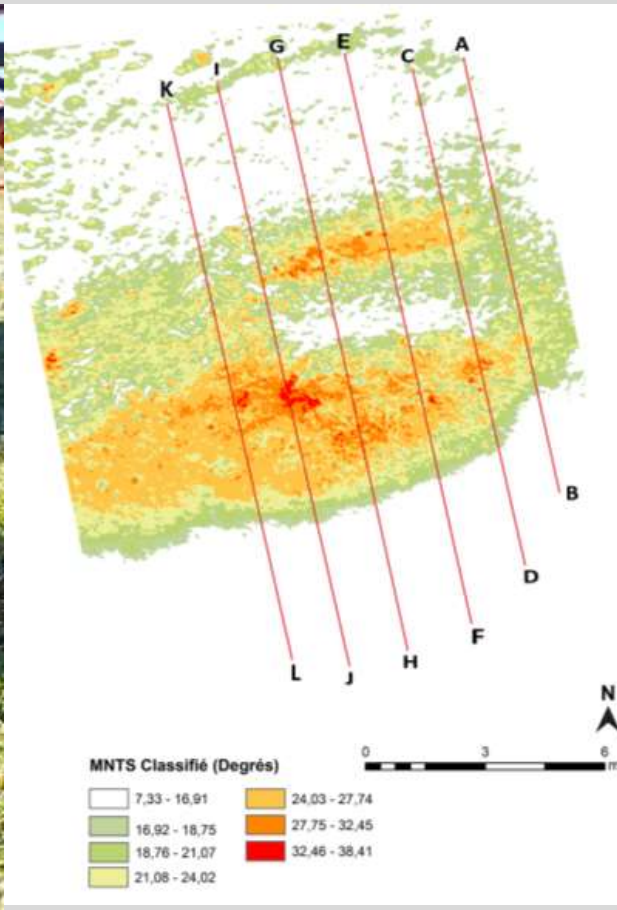
Légende

Photographie aérienne par drone (2019)

- Rouge : Band_1
- Vert : Band_2
- Bleu : Band_3

MNTS classifié (2018)

- | | | |
|---|---|---|
| 10 - 23 | 23,6 - 23,9 | 25,6 - 26,8 |
| 22,9 - 23,1 | 24 - 24,5 | 26,9 - 29,5 |
| 23,2 - 23,5 | 24,6 - 25,5 | 29,6 - 43,9 |



Spectromètre à fluorescence des rayons X - XRF

L'XRF permet de connaître la composition chimique d'un échantillon et la masse de chaque élément.



TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE	1 IA												18 VIIIA					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1,0079 HYDROGÈNE																	He 4,0026 Hélium
2	Li 6,941 LITHIUM	Be 9,0122 BÉRYLLIUM											B 10,811 BORE	C 12,011 CARBONE	N 14,007 AZOTE	O 15,999 OXYGÈNE	F 18,998 FLUOR	Ne 20,180 NÉON
3	Na 22,990 SODIUM	Mg 24,305 MAGNÉSIIUM											Al 26,982 ALUMINIUM	Si 28,086 SILICIUM	P 30,974 PHOSPHORE	S 32,065 SOUFRE	Cl 35,453 CHLORE	Ar 39,948 ARGON
4	K 39,098 POTASSIUM	Ca 40,078 CALCIUM	Sc 44,956 SCANDIUM	Ti 47,867 TITANE	V 50,942 VANADIUM	Cr 51,996 CHROME	Mn 54,938 MANGANESE	Fe 55,845 FER	Co 58,933 COBALT	Ni 58,693 NICKEL	Cu 63,546 CUIVRE	Zn 65,38 ZINC	Ga 69,723 GALLIUM	Ge 72,64 GERMANIUM	As 74,922 ARSENIC	Se 78,96 SÉLÉNIUM	Br 79,904 BROME	Kr 83,80 KRYPTON
5	Rb 85,468 RUBIDIUM	Sr 87,62 STRONTIUM	Y 88,906 YTTRIUM	Zr 91,224 ZIRCONIUM	Nb 92,906 NIOBIUM	Mo 95,94 MOLYBDÈNE	Tc (98) TECHNÉTIUM	Ru 101,07 RUTHÉNIUM	Rh 102,91 RHODIUM	Pd 106,42 PALLADIUM	Ag 107,87 ARGENT	Cd 112,41 CADMIUM	In 114,82 INDIUM	Sn 118,71 ÉTAIN	Sb 121,76 ANTIMOINE	Te 127,60 TELLURE	I 126,90 IODE	Xe 131,29 XÉNON
6	Cs 132,91 CÉSIIUM	Ba 137,33 BARYUM	La-Lu 57-71 Lanthanides	Hf 178,48 HAFNIUM	Ta 180,95 TANTALE	W 183,84 WOLFRÈME	Re 186,21 RHÉNIUM	Os 190,23 OSMIUM	Ir 192,22 IRIDIUM	Pt 195,08 PLATINE	Au 196,97 OR	Hg 200,59 MERCURE	Tl 204,38 THALLIUM	Pb 207,2 PLOMB	Bi 208,98 BISMUTH	Po (209) POLONIUM	At (210) ASTATE	Rn (222) RADON
7	Fr (223) FRANCIUM	Ra (226) RADIUM	Ac-Lr 89-103 Actinides	Rf 104 (261) RUTHÉRFORIUM	Db 105 (262) DUBNIUM	Sg 106 (263) SEABERGIUM	Bh 107 (264) BOHRVIUM	Hs 108 (277) HASSIUM	Mt 109 (268) MEITNERIUM	Uu 110 (281) UNUNIUM	Uuu 111 (272) UNUNIUM	Uub 112 (285) UNBIUM	114 (289) UNQUADIUM					

Lanthanides														
57 138,91 La LANTHANE	58 140,12 Ce CÉRIUM	59 140,91 Pr PRASEODYME	60 144,24 Nd NÉODYME	61 (145) Pm PROMÉTHIUM	62 150,36 Sm SAMARIUM	63 151,96 Eu EUROPIUM	64 157,25 Gd GADOLINIUM	65 158,93 Tb TERBIUM	66 162,50 Dy DYSPROSIUM	67 164,93 Ho HOLMIUM	68 167,26 Er ERBIUM	69 168,93 Tm THULIUM	70 173,04 Yb YTTÉRIUM	71 174,97 Lu LUTÉTIUM

Actinides														
89 (227) Ac ACTINIUM	90 232,04 Th THORIUM	91 231,04 Pa PROCTACTINIUM	92 238,03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	94 (244) Pu PLUTONIUM	95 (243) Am AMÉRICIUM	96 (247) Cm CURSIUM	97 (247) Bk BERKÉLIUM	98 (251) Cf CALIFORNIUM	99 (252) Es EINSTEINIUM	100 (257) Fm FERMIUM	101 (258) Md MEISENERIUM	102 (259) No NOBELIUM	103 (262) Lr LAWRENCIUM

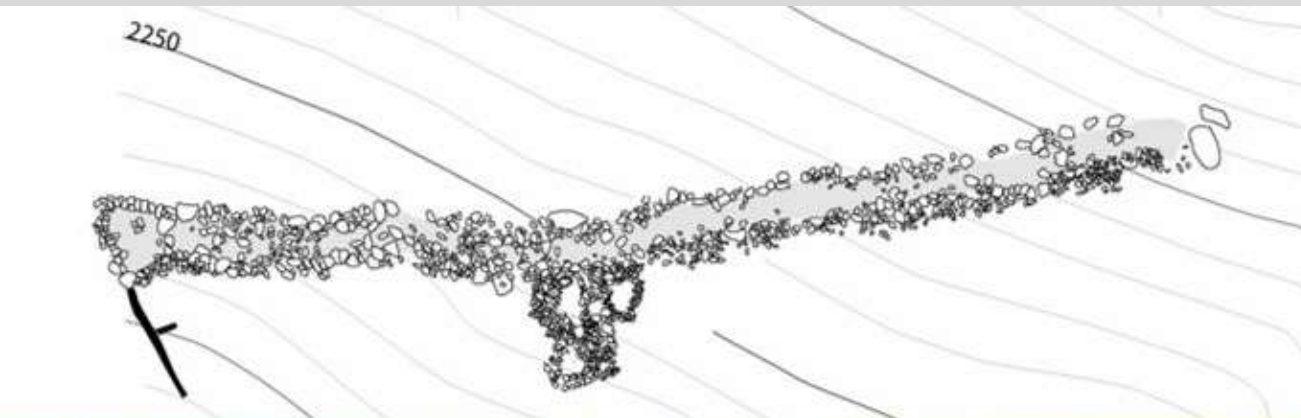
La masse atomique relative est donnée avec cinq chiffres significatifs. Pour les éléments qui n'ont pas de nucléides stables, la valeur entre parenthèses indique le nombre de masses de l'isotope de l'élément ayant la durée de vie la plus grande.

Toutefois, pour les trois éléments Th, Pa et U qui ont une composition isotopique terrestre connue, une masse atomique est indiquée.

L'XRF pour localiser les aires de stabulation non visible en surface



L'XRF pour localiser les aires de stabulation non visible en surface



L'XRF pour localiser les aires de stabulation non visible en surface

Teneurs en éléments nutritifs de quelques engrais organiques
(en kg/t de matière fraîche – d'après DBF-GCH, CH 2009)

	C orga	N orga	N miné	C/N	P	K
Fumier de stabulation *	175	4,0	1,3	33	1,0	9,0
Fumier en tas *	150	4,1	0,8	31	1,4	5,5
Fumier composté *	106	4,6	1,0	19	2,0	6,6
Compost de déchets verts	214	6,7	0,3	31	0,1	4,2
Digestat solide	235	5,7	0,3	39	0,1	4,2
Lisier complet dilué à 1/1 *	35	0,9	1,2	17	0,4	6,6
Digestat liquide	61	2,0	2,0	15	0,9	3,3

Type d'engrais	% de MS	pH	Eléments majeurs (kg/t)				
			N tot	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Fumier de bovins	24	7,3	5,9	3,7	4,0	2,5	1,5
Fumier d'ovins	30	8,1	6,7	4,2	11,2	11,2	1,4
Fumier de porcs	21	-	6,0	6,0	4,0	6,0	2,5
Fumier de caprins	48	-	6,1	5,2	5,7	-	-
Fumier de chevaux	54	-	8,2	3,2	3,2	-	2,0
Compost de fumier de bovins	23,8	-	6,1	6,8	4,0	16,3	2,7



Le 1^{er} test XRF sur Enveitg ... un couloir de traite médiéval

Protocole :

- 1 carroyage 2m² à l'extérieur
- 1 carroyage de 1m² à l'intérieur
- 3 niveaux de mesure ... surface ; -10 cm ; - 20 cm
- 1 prélèvement de sédiment à chaque niveau de mesure

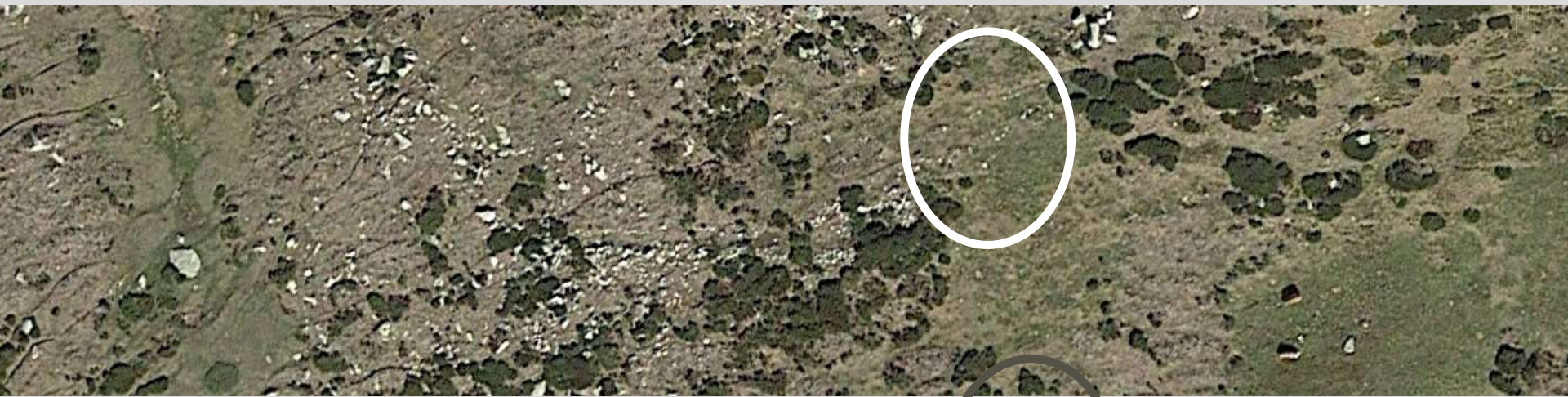
- Centré sur le dosage du phosphore (P)



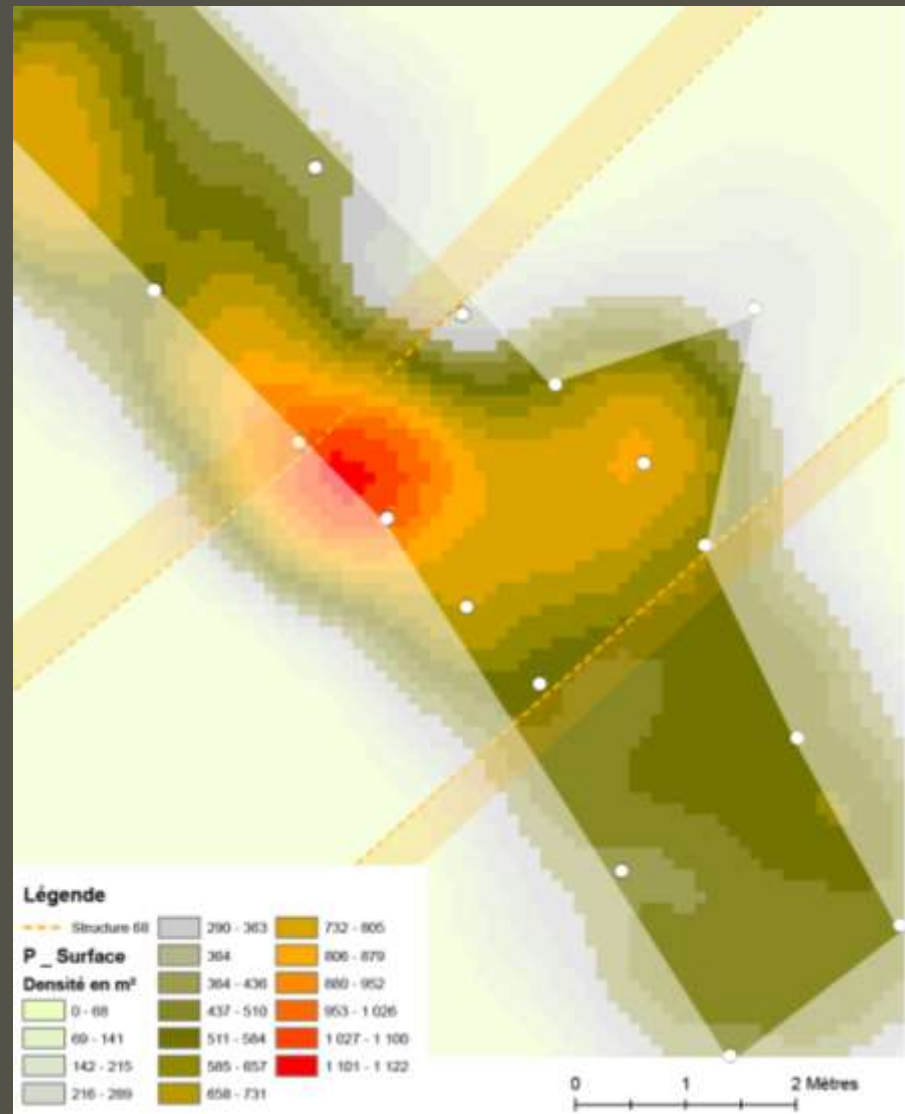
Le 1^{er} test XRF sur Enveitg ... un couloir de traite médiéval

Protocole :

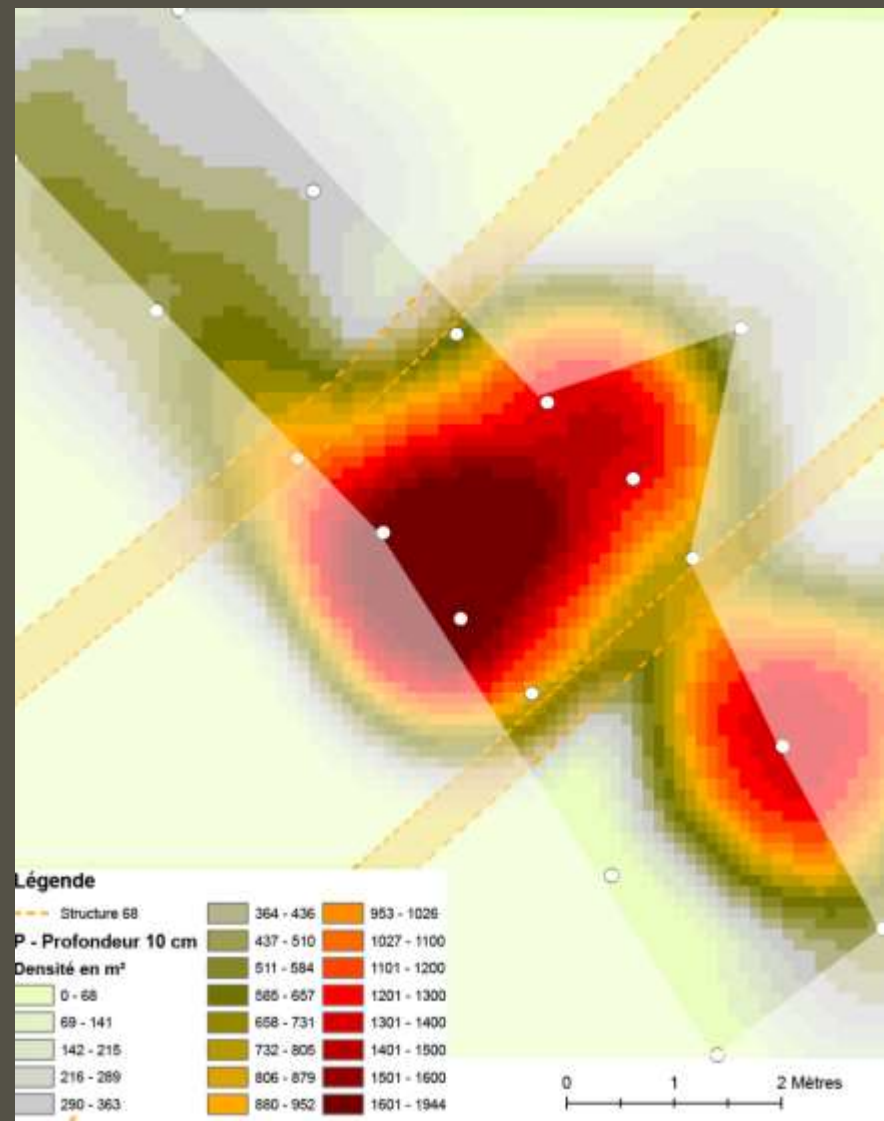
- 1 carroyage 2m² à l'extérieur
- 1 carroyage de 1m² à l'intérieur
- 3 niveaux de mesure ... surface ; -10 cm ; - 20 cm
- 1 prélèvement de sédiment à chaque niveau de mesure



Le 1^{er} test XRF sur Enveitg ... un couloir de traite médiéval



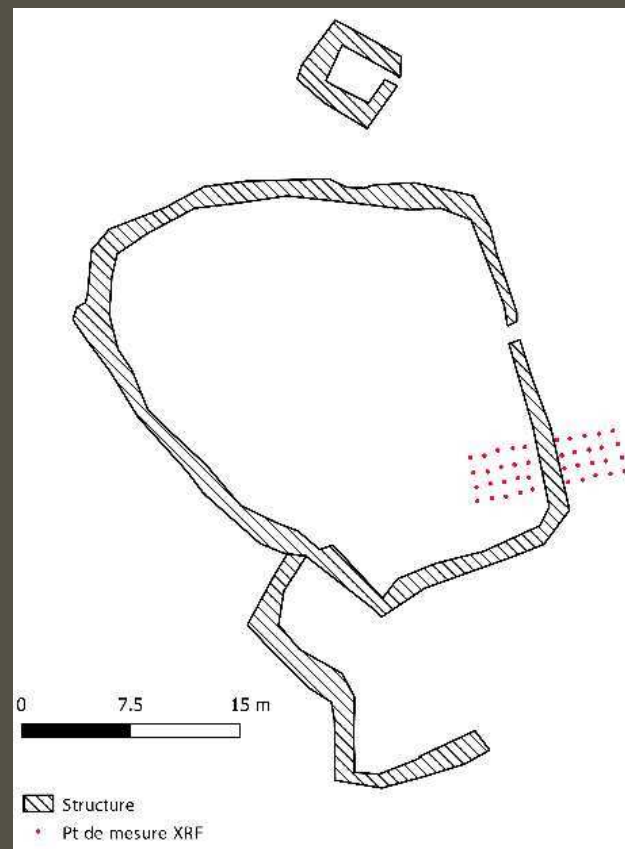
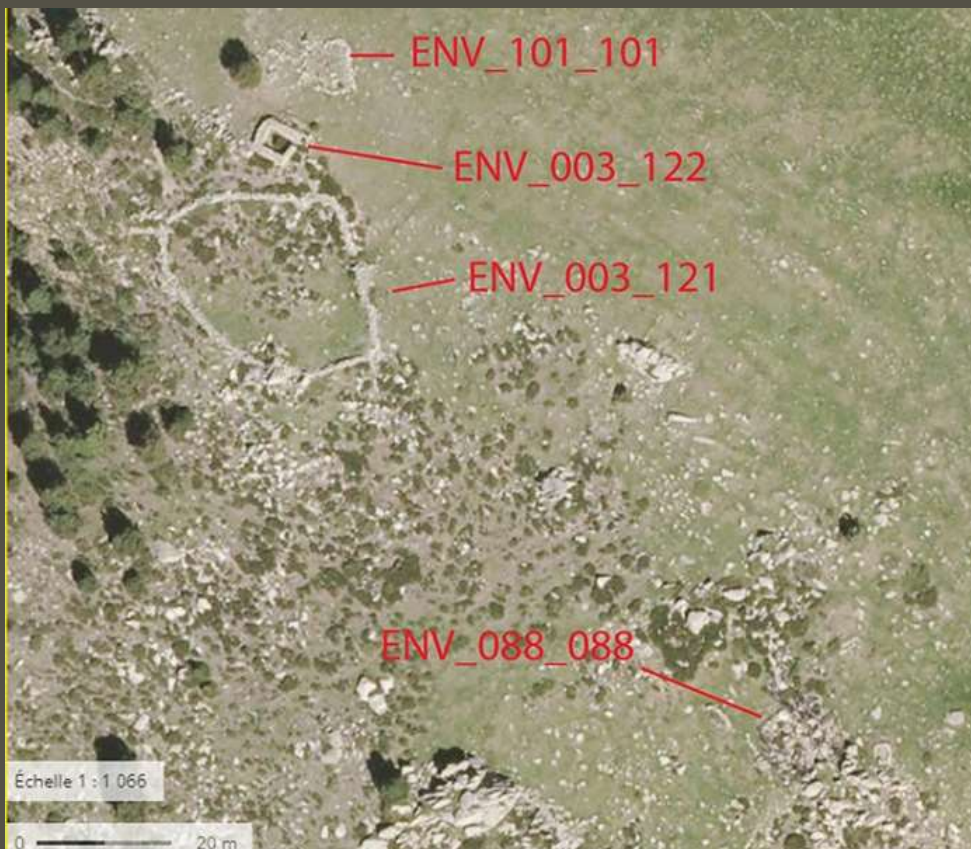
Le 1^{er} test XRF sur Enveitg ... un couloir de traite médiéval

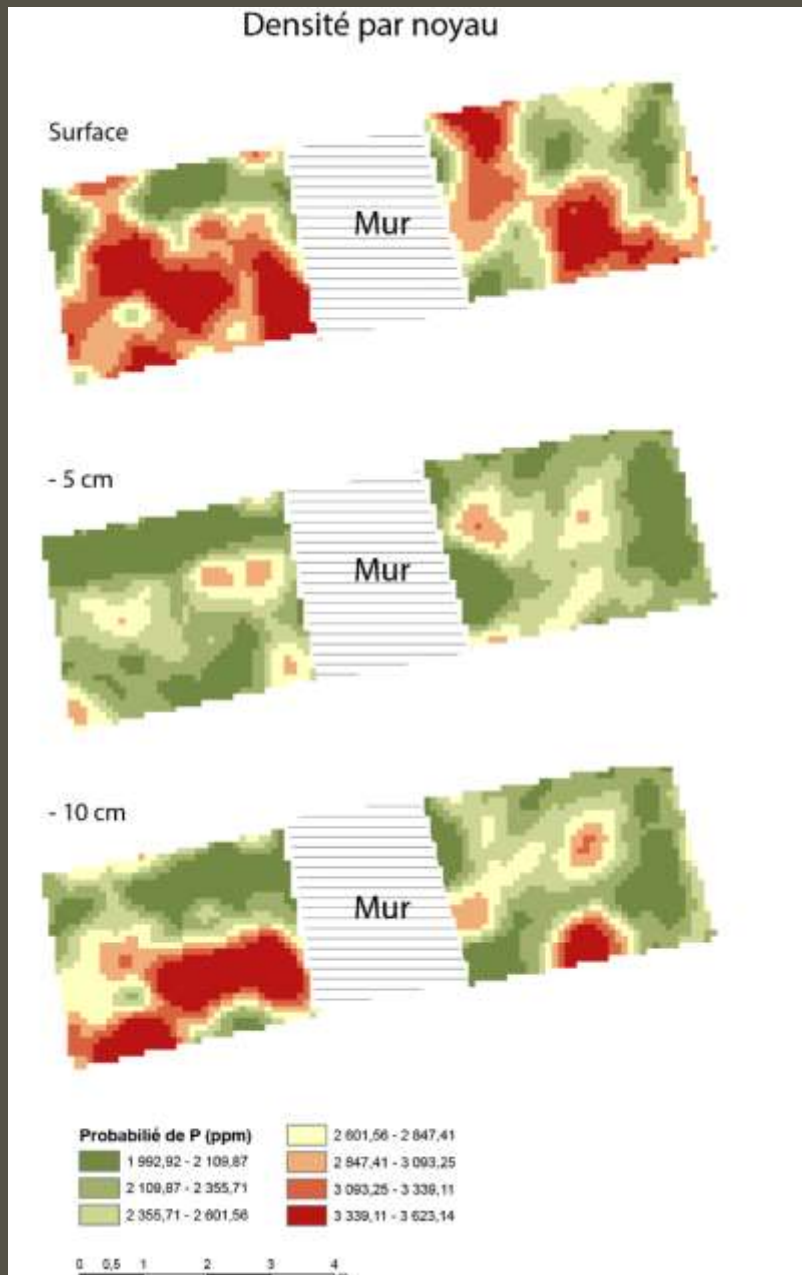


Le 2^{er} test XRF sur Enveitg ... un enclos d'époque moderne/contemporaine

Protocole :

- 1 carroyage 1m² à l'extérieur et à l'intérieur
- 4 niveaux de mesure ... surface ; - 5 cm ; - 10 cm ; - 20 cm





Le liantran ... Avays ... quelques hectares à prospector

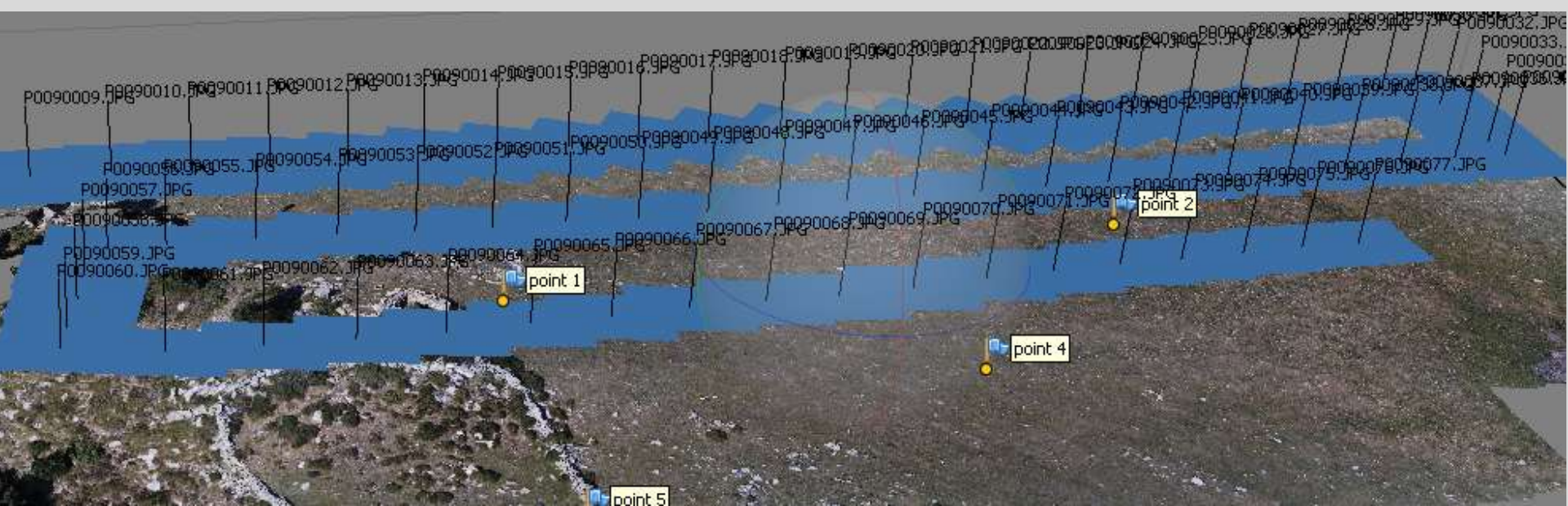
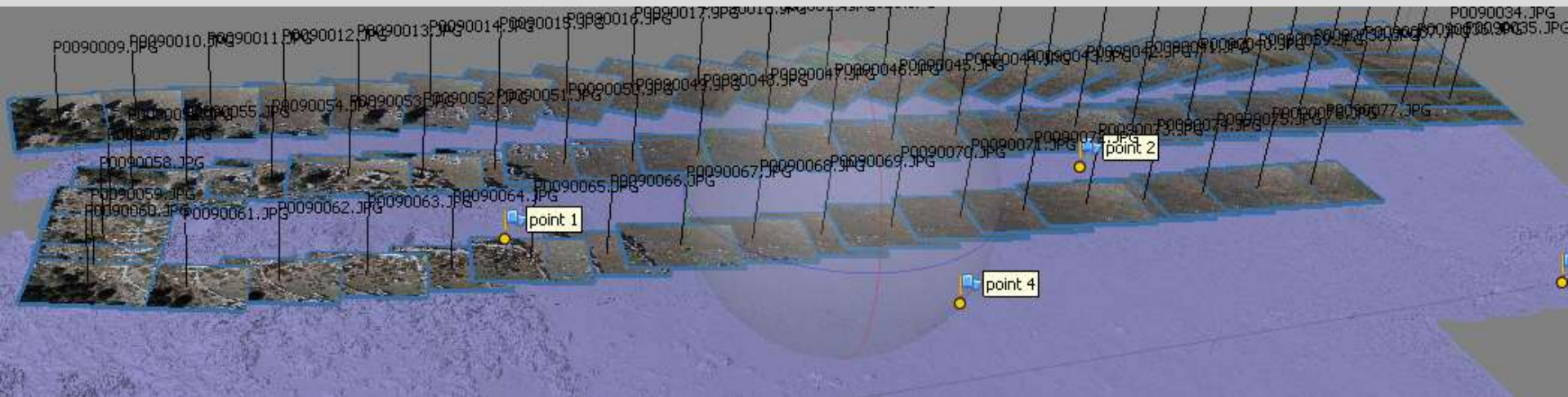


Liantran (Estaing) – 3 hectares



Avays (Aulon) – 7 hectares

La liantran ... 3 hectares à prospector



La photogrammétrie



Liantran (Estaing) – 3 hectares

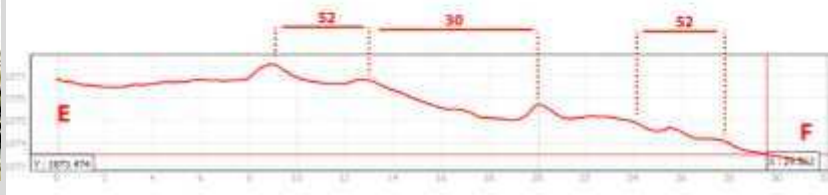
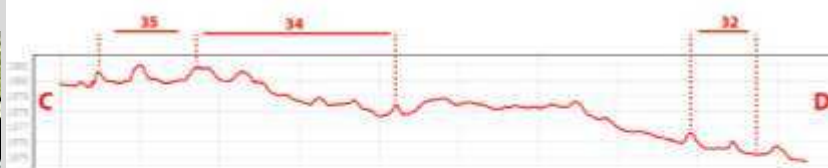
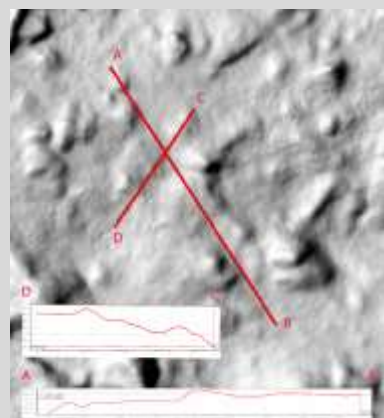
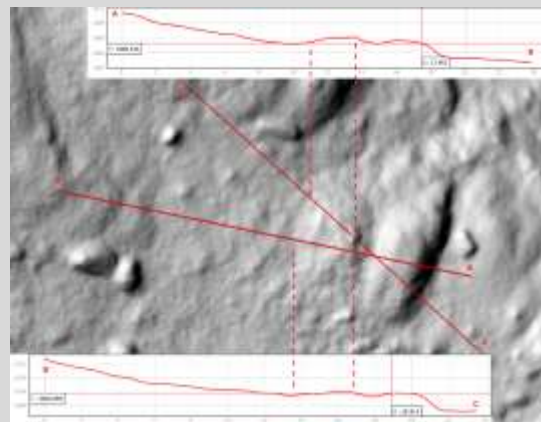
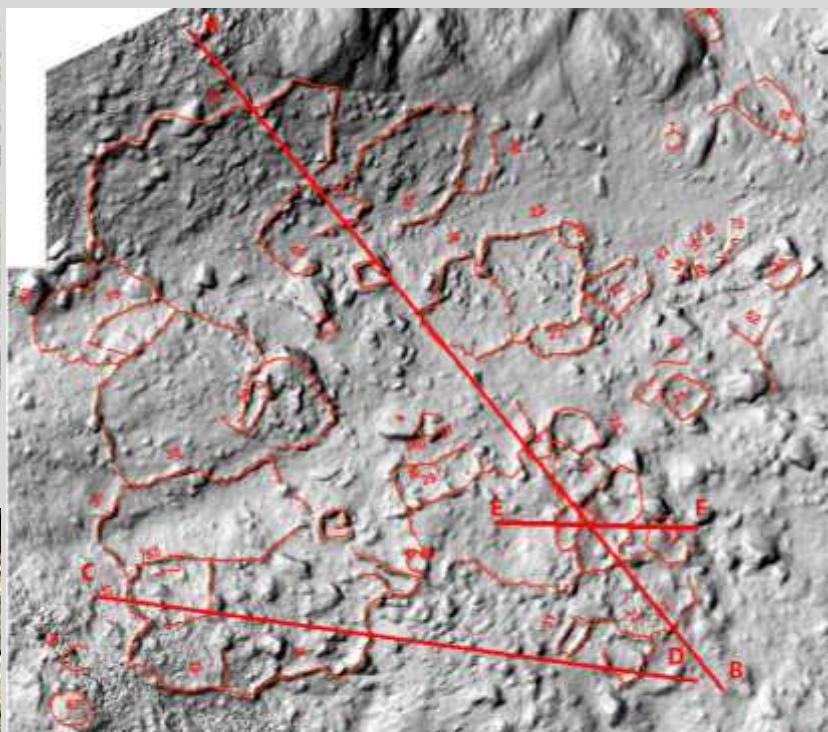
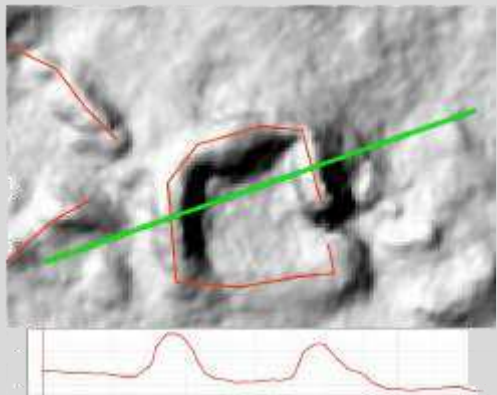


Avays (Aulon) – 7 hectares

Thermographie aéroportée

Spectromètre - XRF

Micro-reliefs



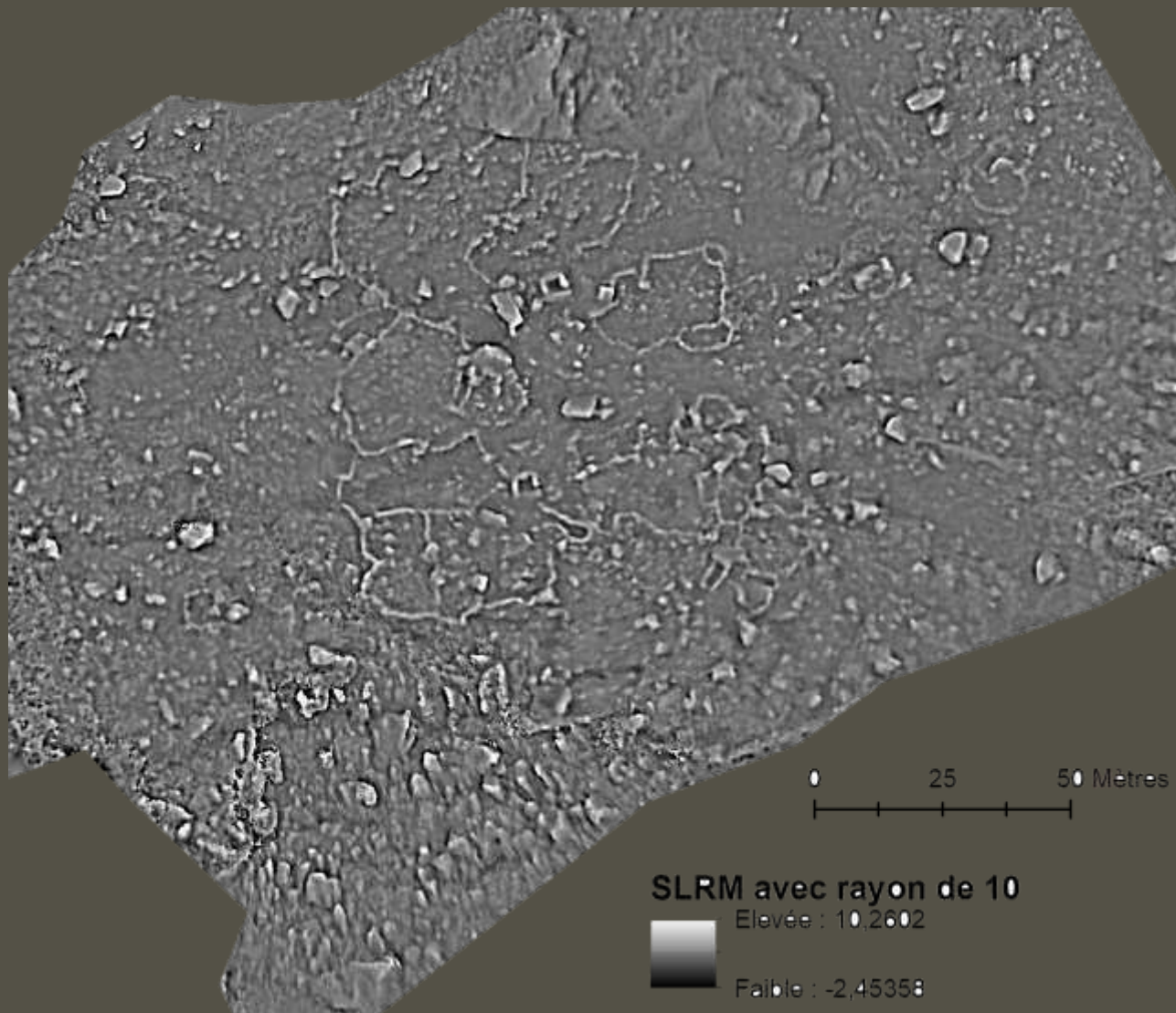
Relevé des structures du secteur du Liantran par photogrammétrie



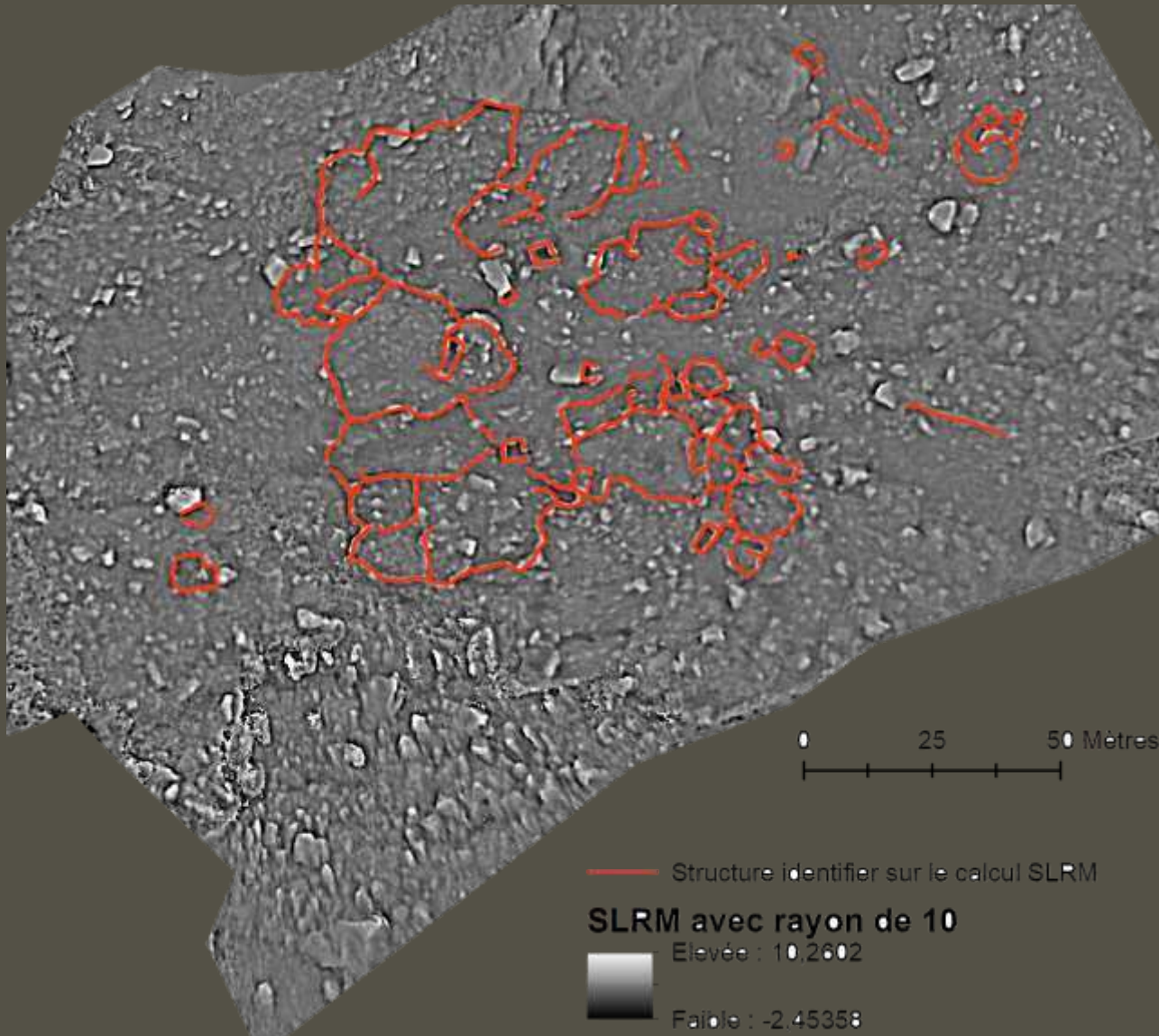
Relevé des structures du secteur du Liantran par photogrammétrie



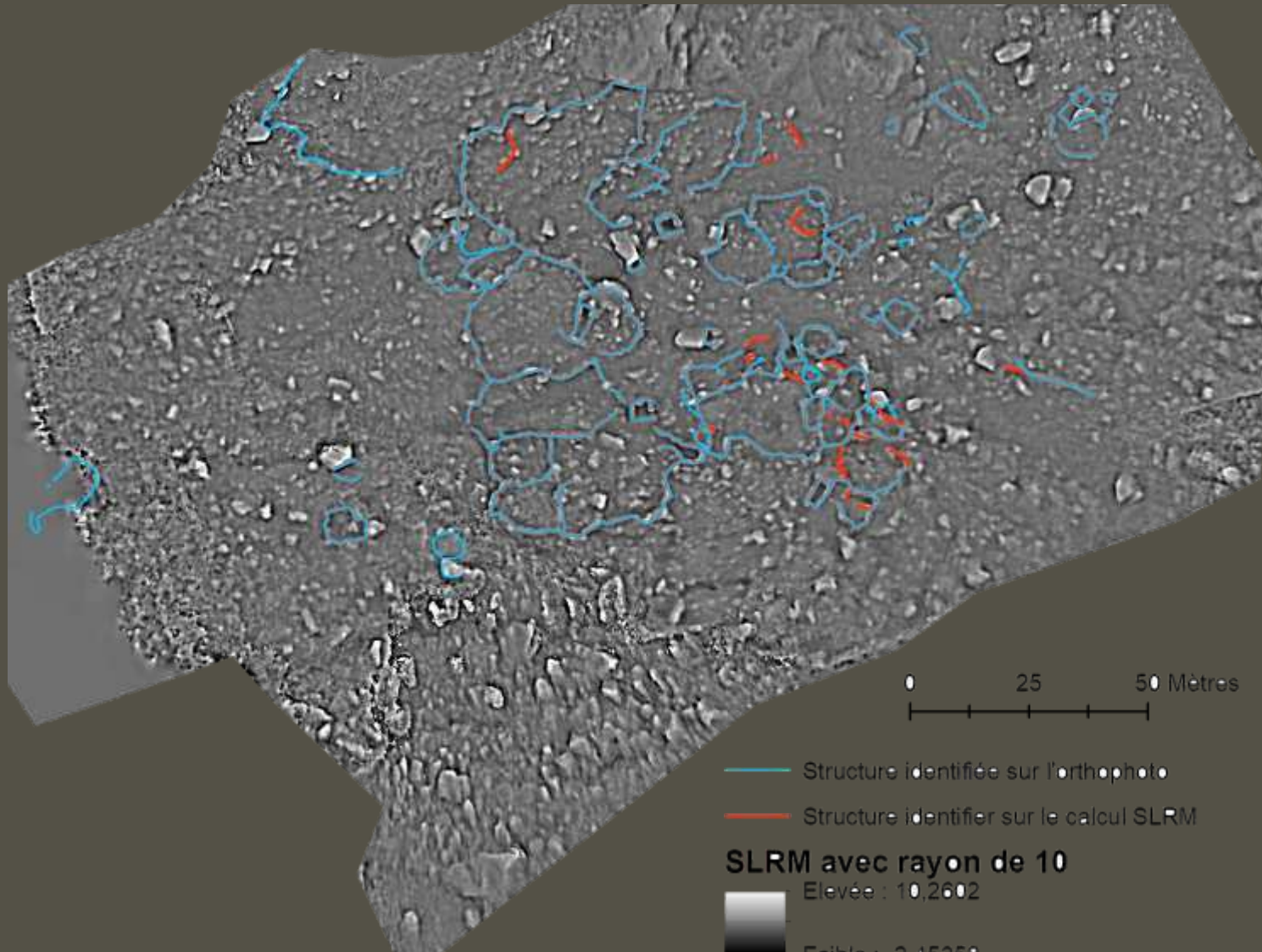
Tester les algorithmes de traitement des MNT



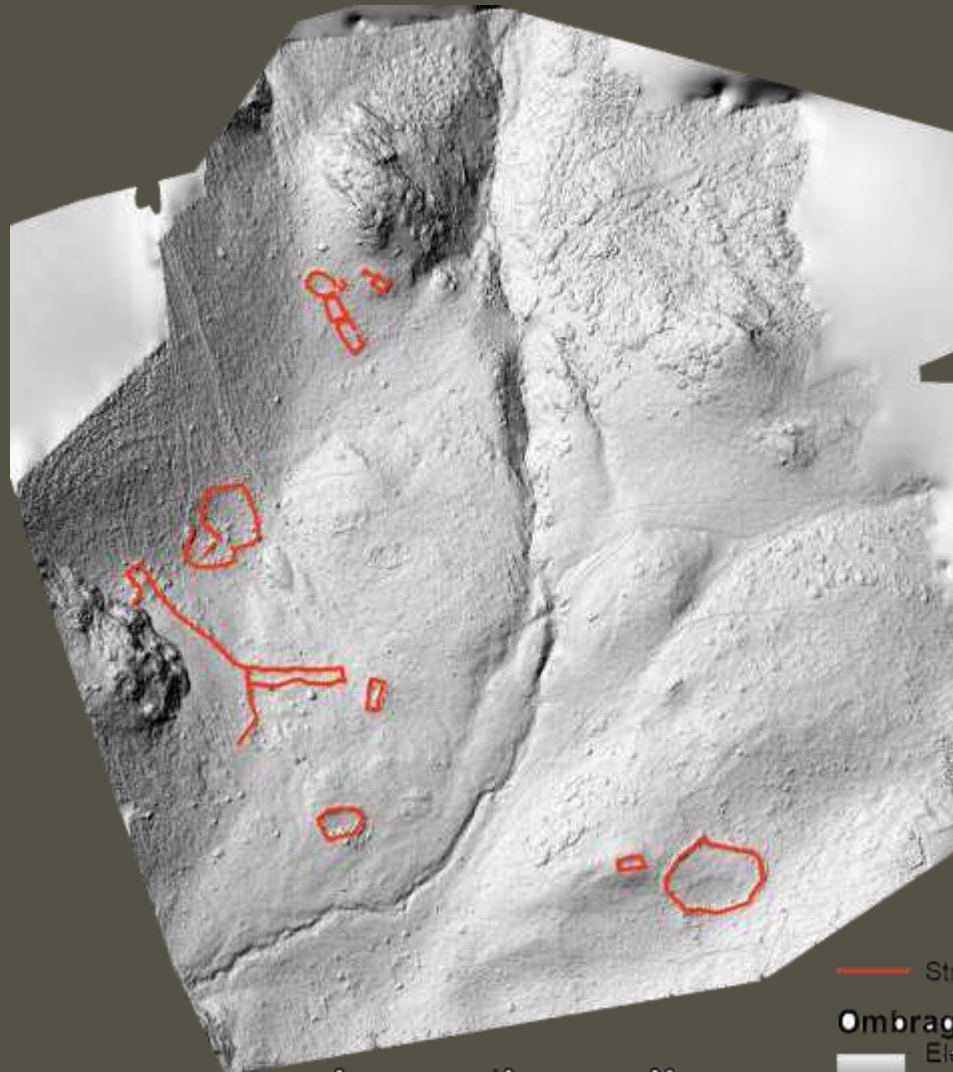
Tester les algorithmes de traitement des MNT



Tester les algorithmes de traitement des MNT



Avays (Aulon) – 7 hectares



— Structure

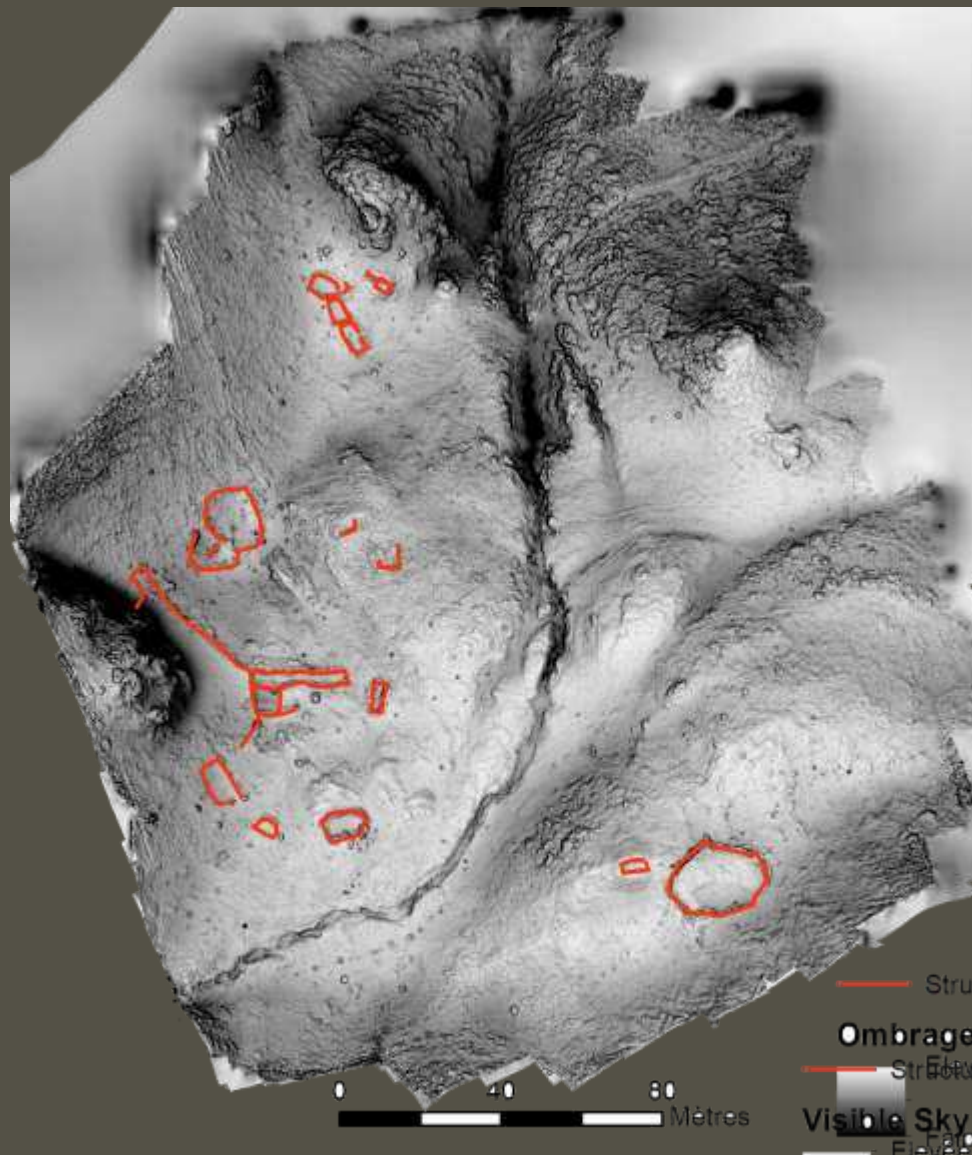
● **Ombrage**

Elevée : 254

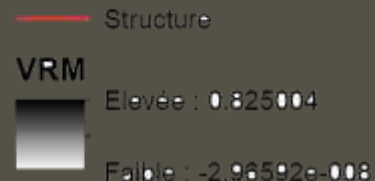
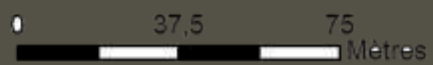
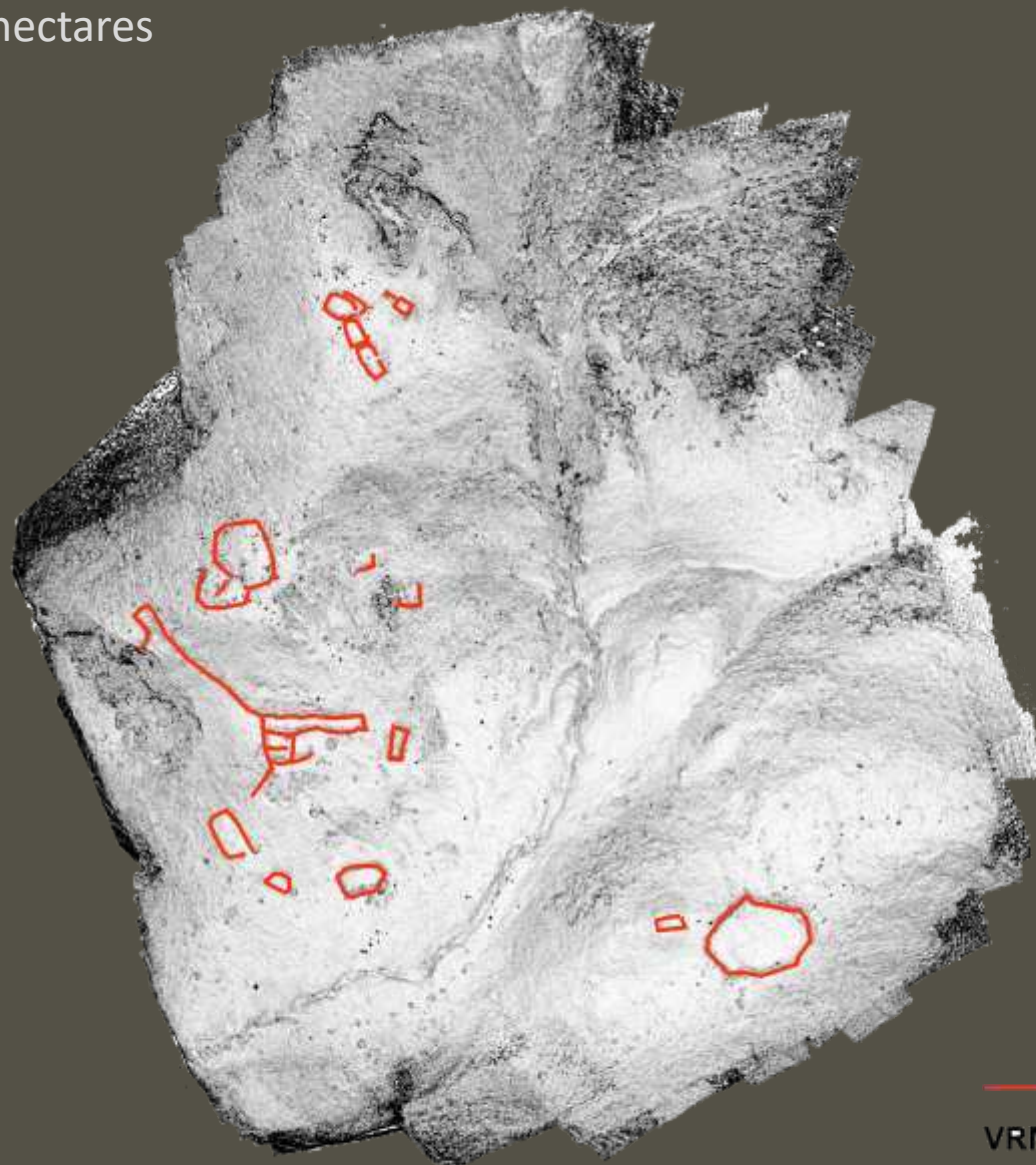
Faible : 0

0 40 80 Mètres

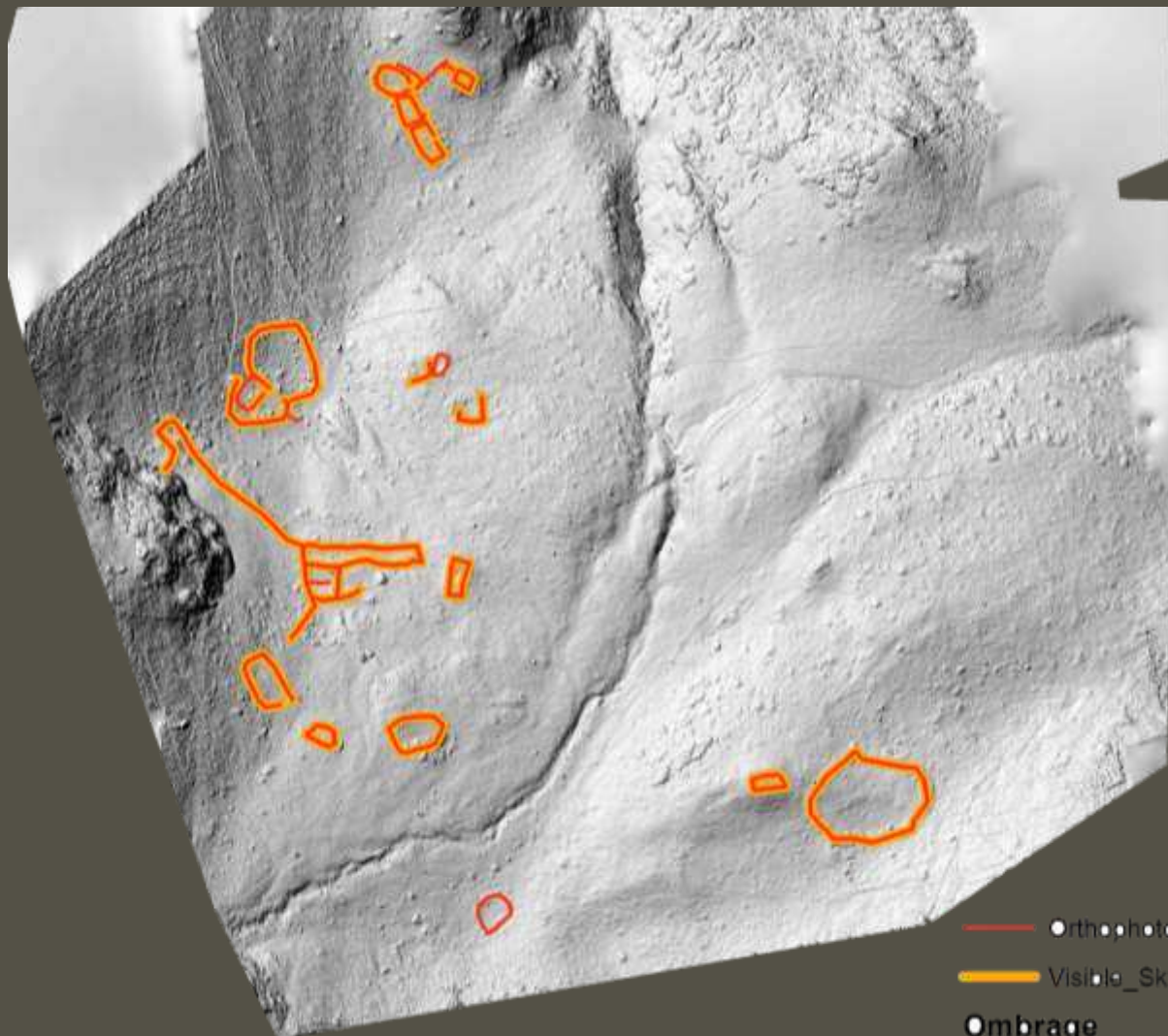
Avays (Aulon) – 7 hectares



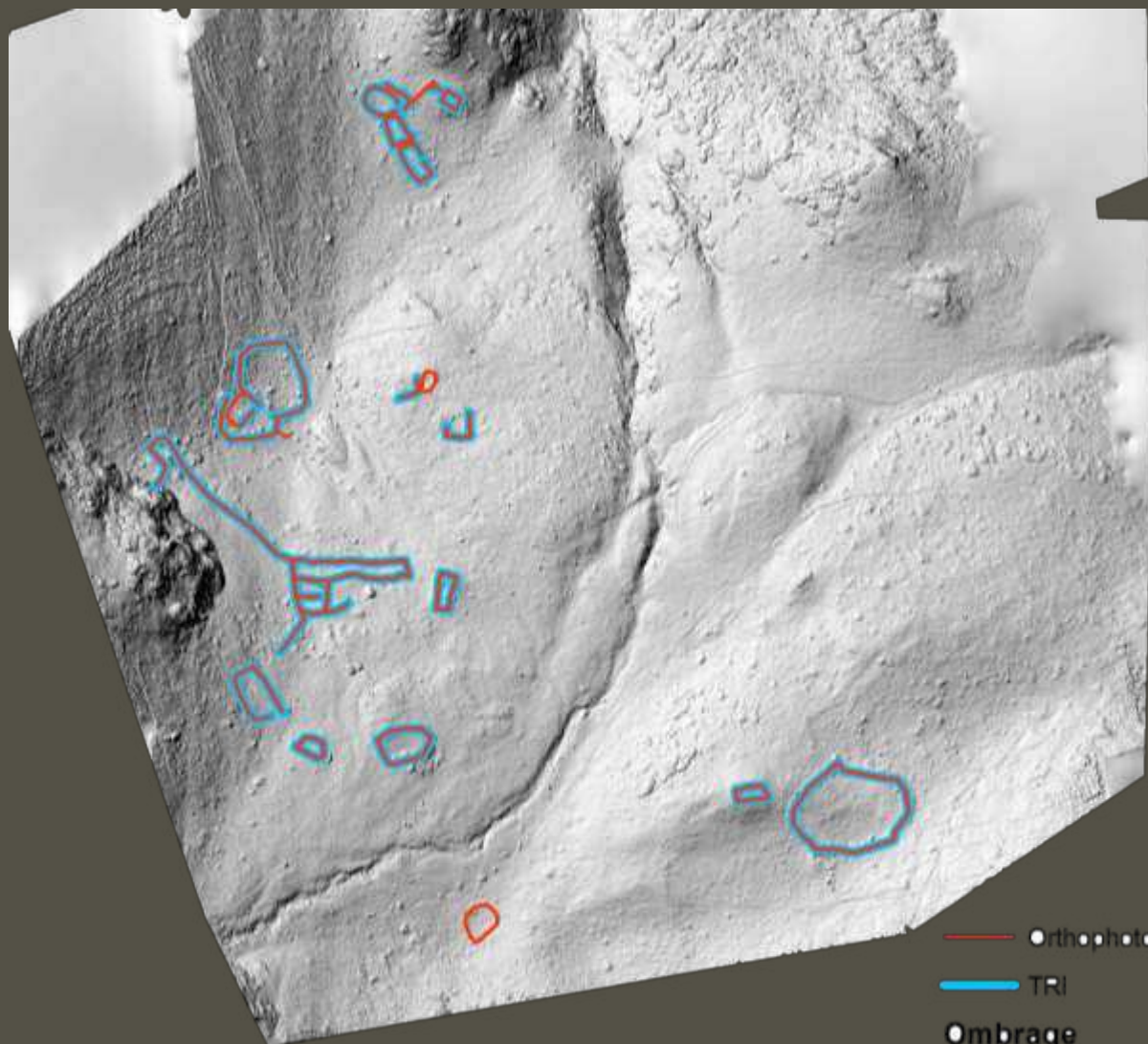
Avays (Aulon) – 7 hectares



Avays (Aulon) – 7 hectares

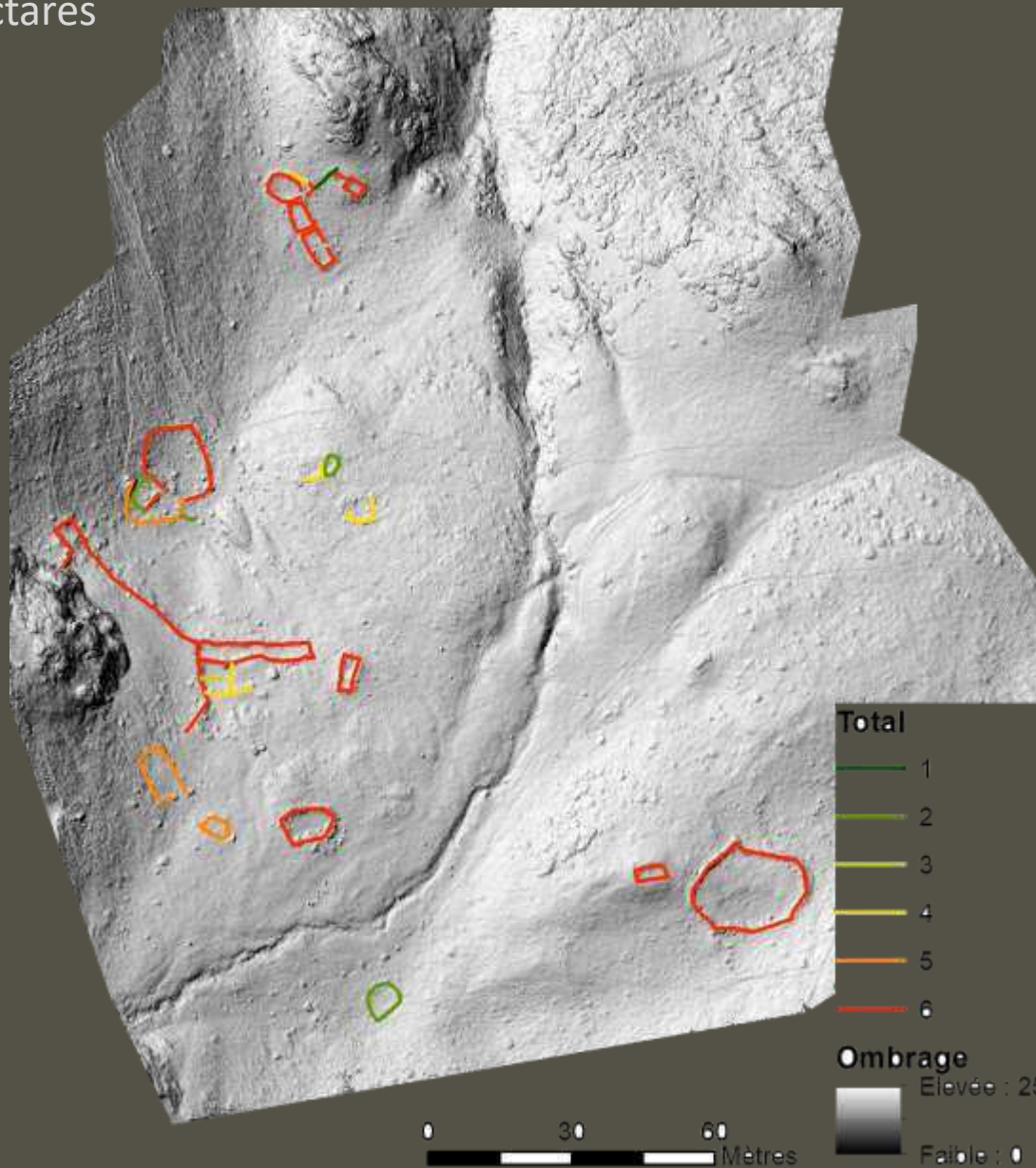


Avays (Aulon) – 7 hectares



Ombrage
Elevée : 254

Avays (Aulon) – 7 hectares



Rechercher des cabanes

Nouveaux outils de détection archéologique en haute montagne

Membres du prog. de recherche TAHMM :

Baleux François

TRACES

Calastrenc Carine

TRACES/FRAMESPA

Laurent Antoine

Philippe Magali

GEODE

Poirier Nicolas

TRACES

Rendu Christine

FRAMESPA

Séminaire Terrae – 14 février 2020

