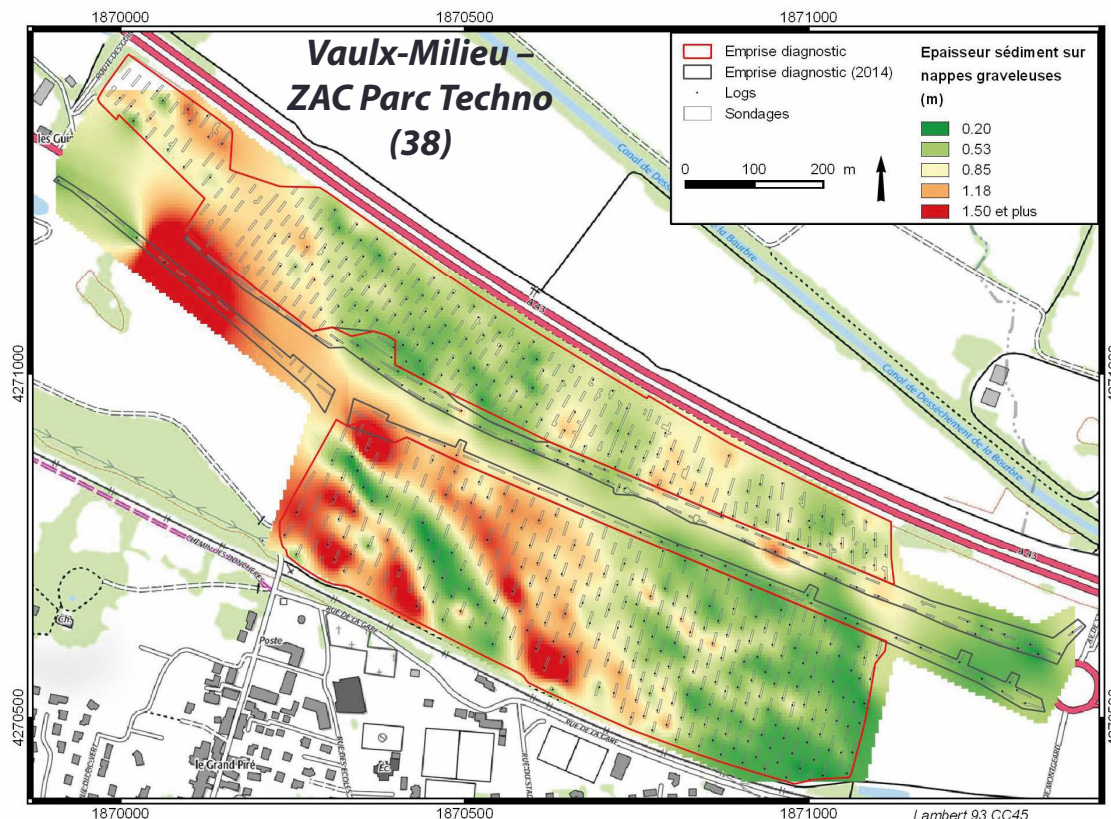


La géostatistique en contexte préventif : un outil robuste d'aide à la stratigraphie

Eymeric Morin, Sylvaine Couteau, Camille Mangier, Nordine Saadi, Véronique Vachon



INTRODUCTION - CONSTAT

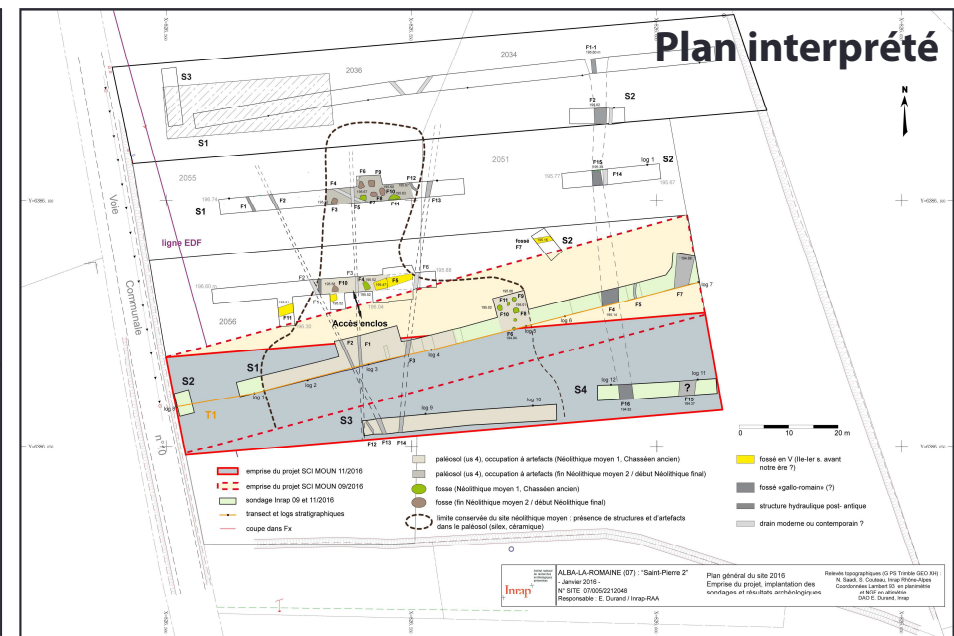
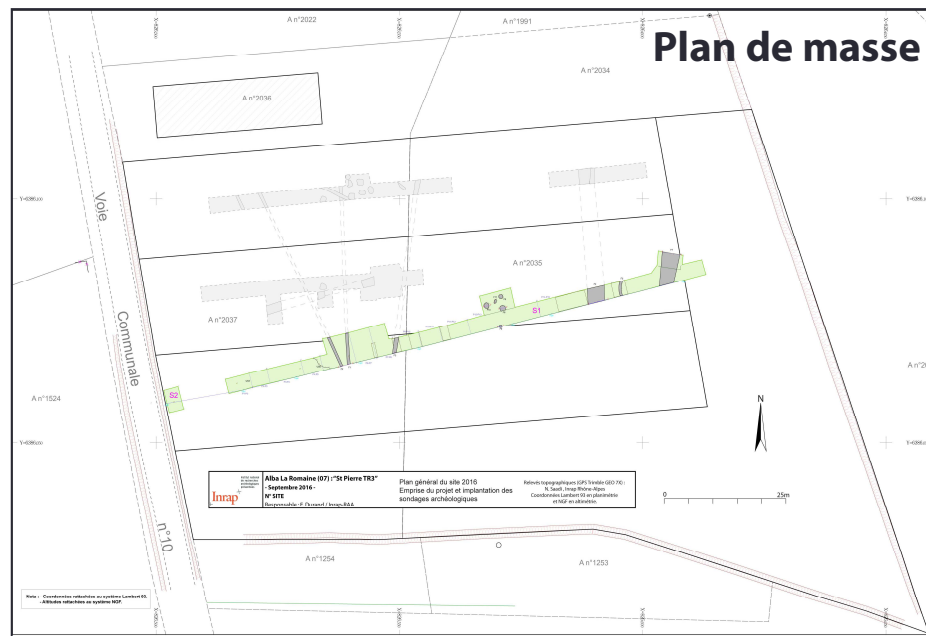
Chaque opération de terrain génère le levé topographique d'un semi de points : emprise, bords de sondages, têtes de logs, structures...



INTRODUCTION - CONSTAT

Chaque opération de terrain génère le levé topographique d'un semi de points : emprise, bords de sondages, têtes de logs, structures...

Ces données sont traitées par les topographes afin d'élaborer des plans réglementaires caractérisant les modalités et les résultats de l'opération

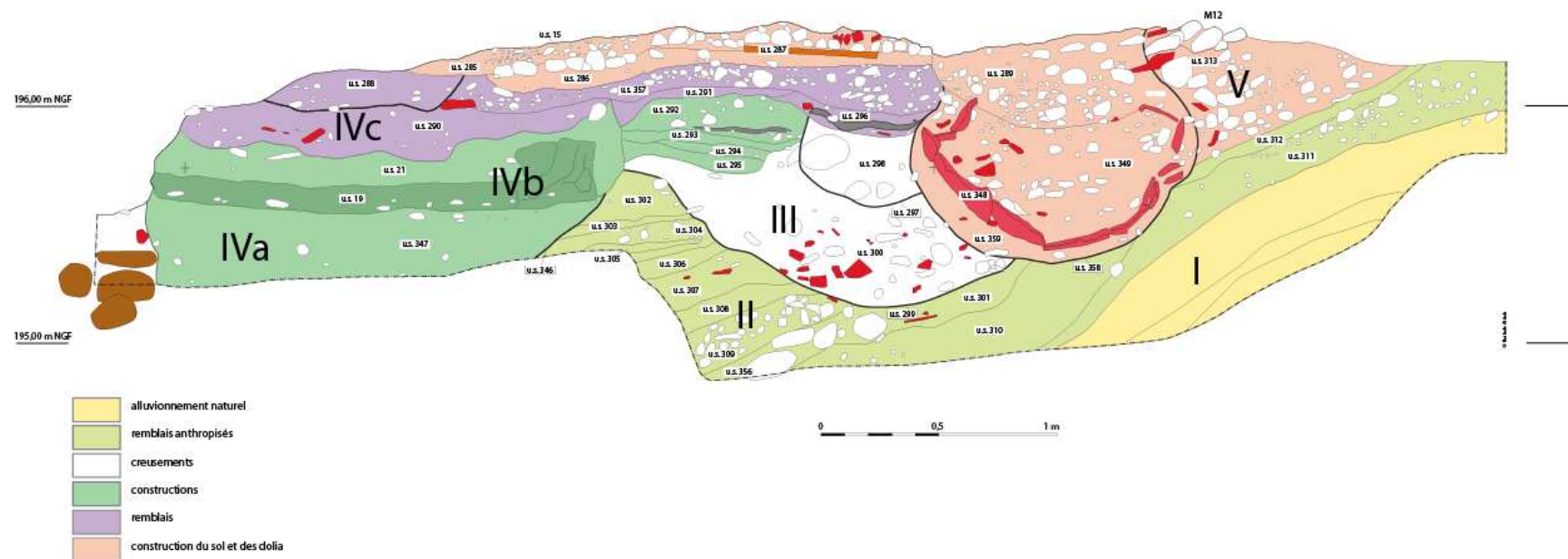


Alba-La-Romaine (07) – Quartier St Pierre

INTRODUCTION - CONSTAT

Chaque opération de terrain génère le levé topographique d'un semi de points : emprise, bords de sondages, têtes de logs, structures...

Ces données sont traitées par les topographes afin d'élaborer des plans réglementaires caractérisant les modalités et les résultats de l'opération



Moirans (38) – Rue de la République

INTRODUCTION - CONSTAT

Chaque opération de terrain génère le levé topographique d'un semi de points : emprise, bords de sondages, têtes de logs, structures...

Ces données sont traitées par les topographes afin d'élaborer des plans réglementaires caractérisant les modalités et les résultats de l'opération

L'analyse spatiale et la modélisation de ces données restent généralement limitées dans le cadre préventif



Chaque opération de terrain génère le levé topographique d'un semi de points : emprise, bords de sondages, têtes de logs, structures...

Ces données sont traitées par les topographes afin d'élaborer des plans réglementaires caractérisant les modalités et les résultats de l'opération

L'analyse spatiale et la modélisation de ces données restent généralement limitées dans le cadre préventif



Une exploitation robuste et rapide de ces données topographiques peut être effectuée par une approche géostatistique, formalisée dans un SIG
Est présentée ici une perspective stratigraphique

QU'ATTENDRE DE CETTE METHODE ?

Exploitation de données de terrains réparties de manière hétérogènes dans l'espace

Représentation du modelé de (paléo)surfaces topographiques et de l'épaisseur des strates du sous-sol (naturelles ou anthropiques)

Les modèles constitués sont présentés sous forme cartographique, et peuvent être réalisés dans des délais restreints

QU'ATTENDRE DE CETTE METHODE ?

Exploitation de données de terrains réparties de manière hétérogènes dans l'espace

Représentation du modelé de (paléo)surfaces topographiques et de l'épaisseur des strates du sous-sol (naturelles ou anthropiques)

Les modèles constitués sont présentés sous forme cartographique, et peuvent être réalisés dans des délais restreints



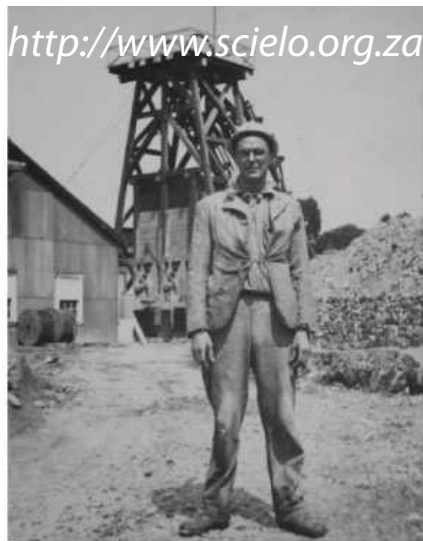
Outil à mettre en en perspective avec les résultats géomorphologiques et archéologiques → aide pour mieux comprendre l'évolution physique et paléoenvironnementale des surfaces investiguées et la taphonomie des vestiges

HISTORIQUE DE LA METHODE

Kriging (1950's) puis Matheron : estimation de la distribution des gisements miniers à partir des données de sondages

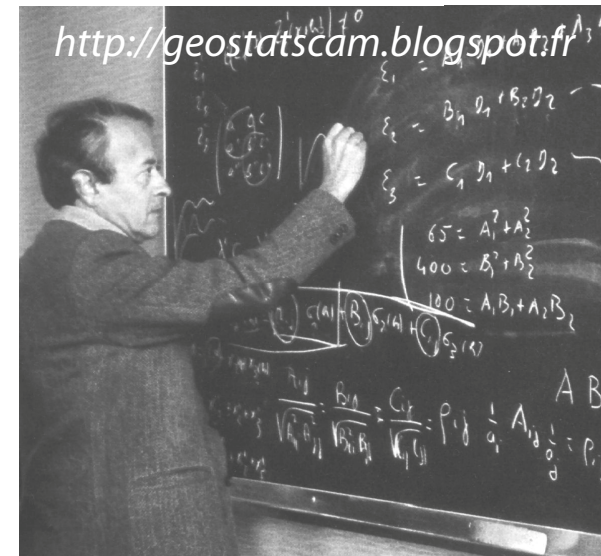
À la frontière entre les statistiques et les sciences de la terre, mais application nombreuses : météorologie, écologie, épidémiologie...

Variable régionalisée : fonction mathématique destinée à modéliser un phénomène présentant une structure dans l'espace

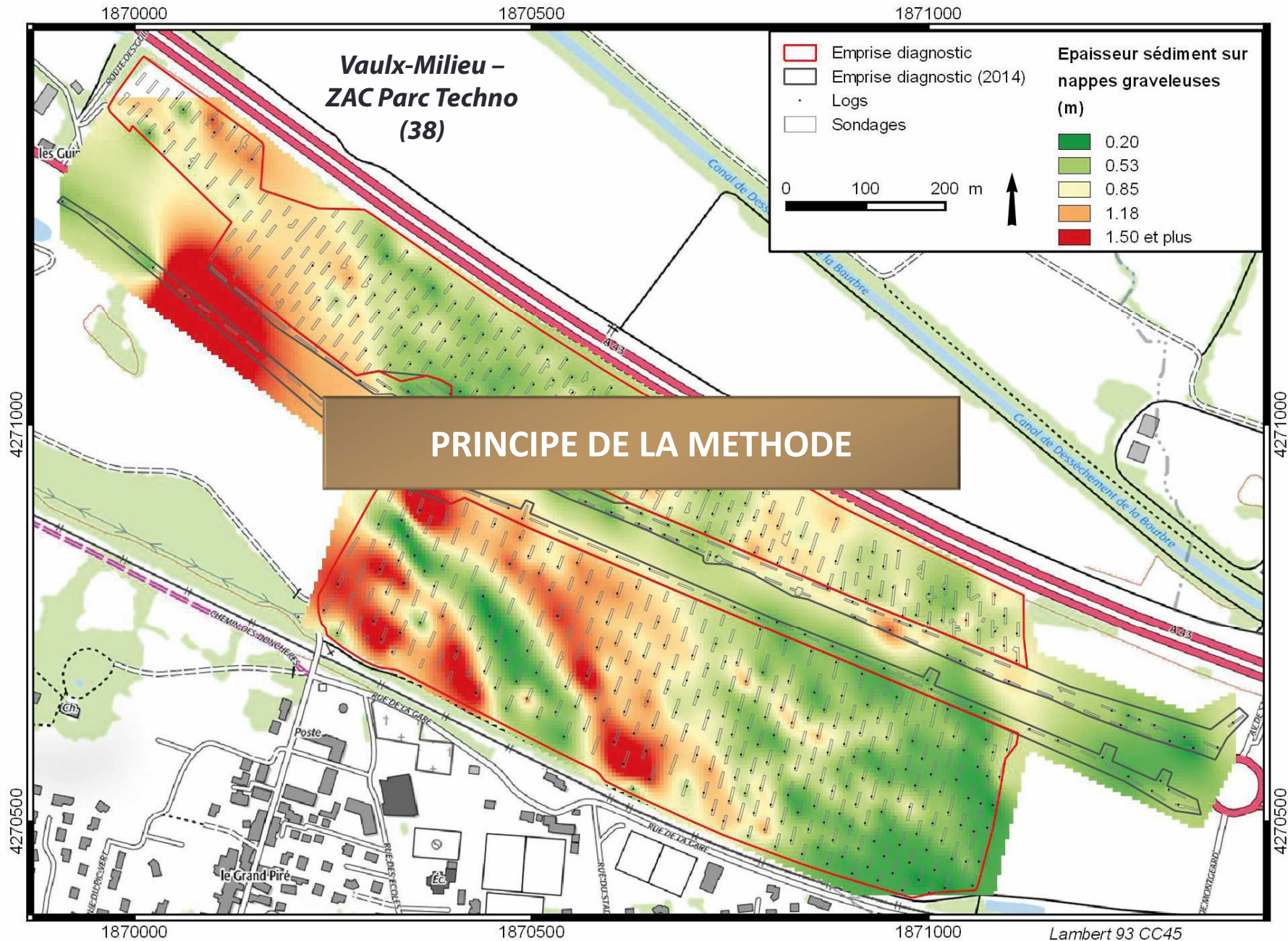


Danie Krige learning the trade, 1939.

Danie Gerhardus Krige (1919-2013)



Georges Matheron (1930-2000)



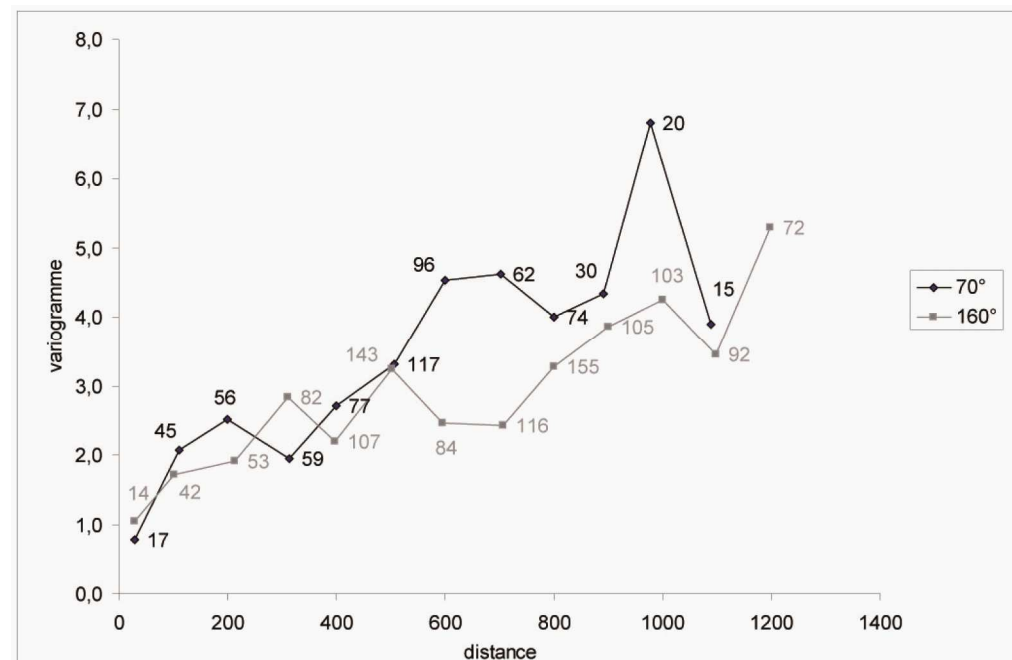
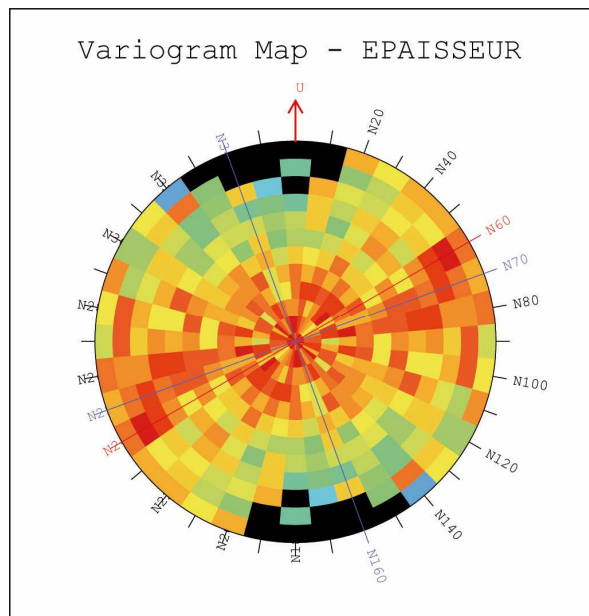
PRINCIPE DE LA METHODE

L'analyse géostatistique s'articule en deux phases : une première phase exploratoire, une seconde phase de modélisation

Phase exploratoire étudie et pose les hypothèses sur la structuration spatiale de la variable à estimer (analyse variographique)

$$\text{Var}(x) = E[(X) - E[X]]^2$$

Analyse variographique : évolution de la variance en fonction de la distance



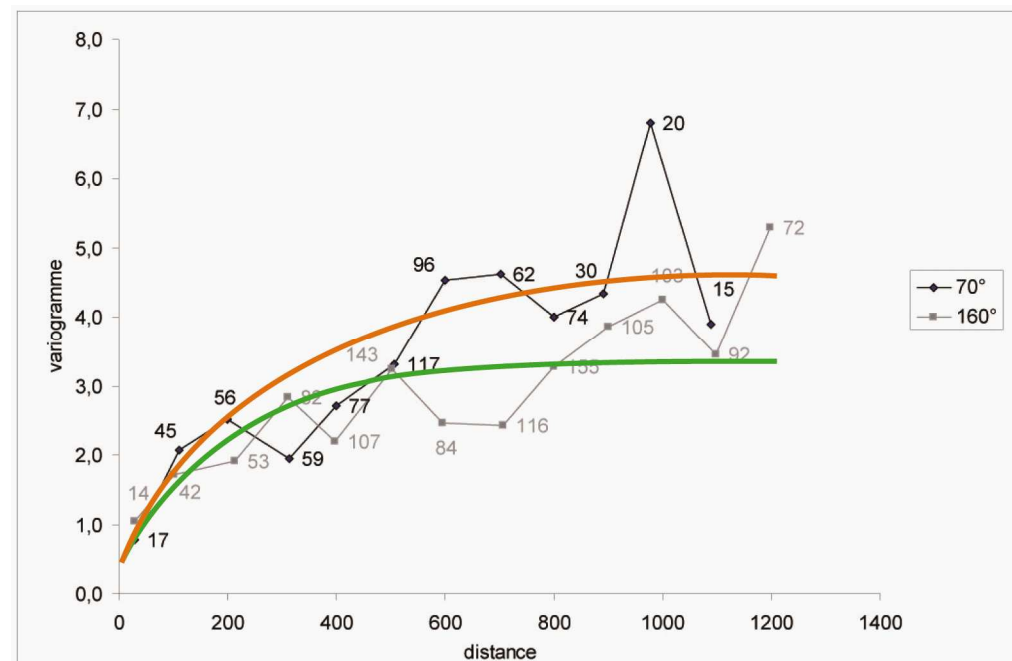
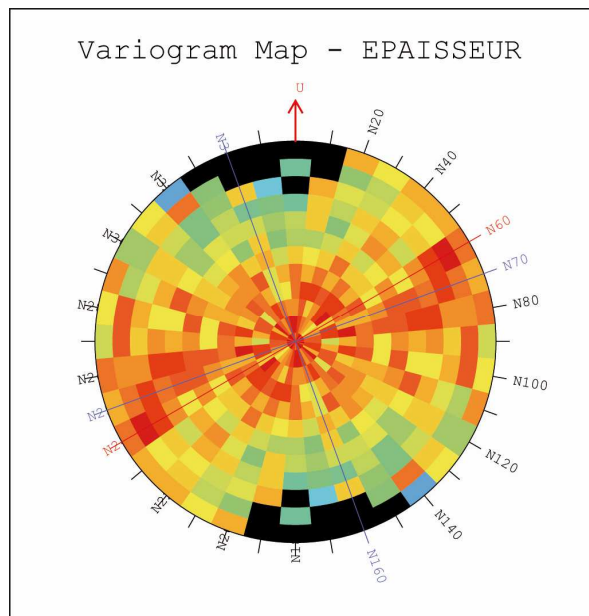
PRINCIPE DE LA METHODE

L'analyse géostatistique s'articule en deux phases : une première phase exploratoire, une seconde phase de modélisation

Phase exploratoire étudie et pose les hypothèses sur la structuration spatiale de la variable à estimer (analyse variographique)

$$\text{Var}(x) = E[(X) - E[X]]^2$$

Analyse variographique : évolution de la variance en fonction de la distance

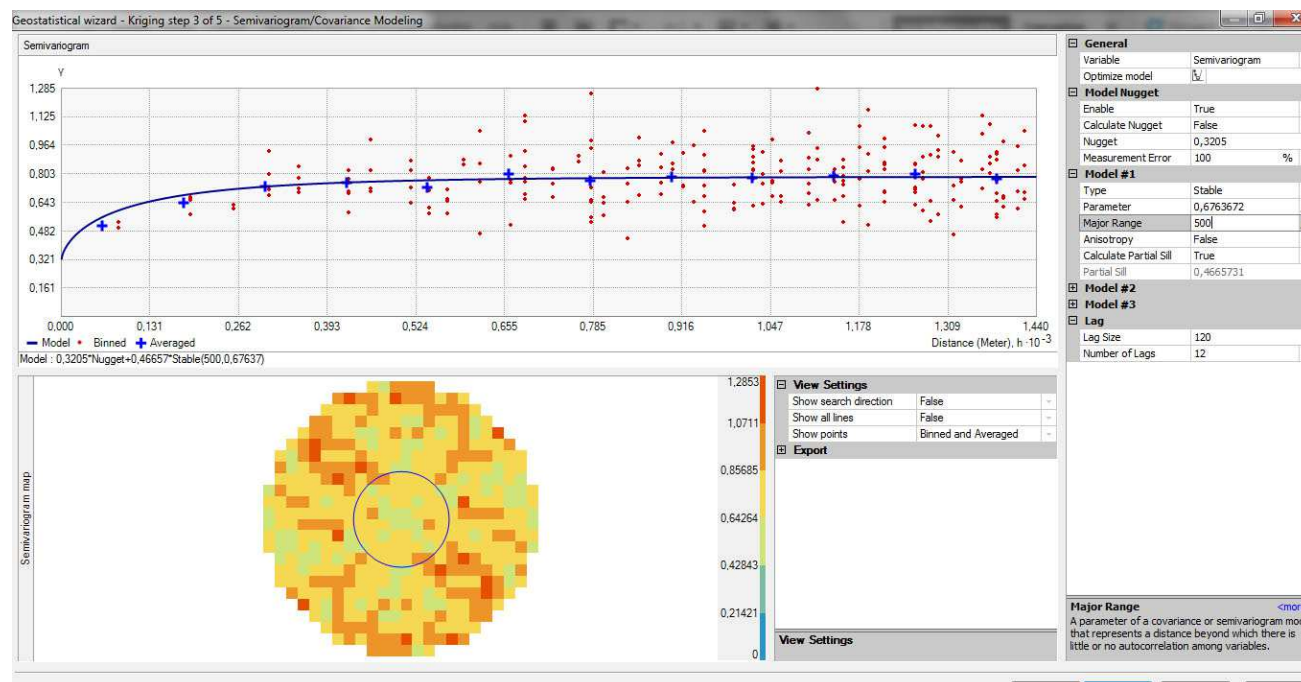


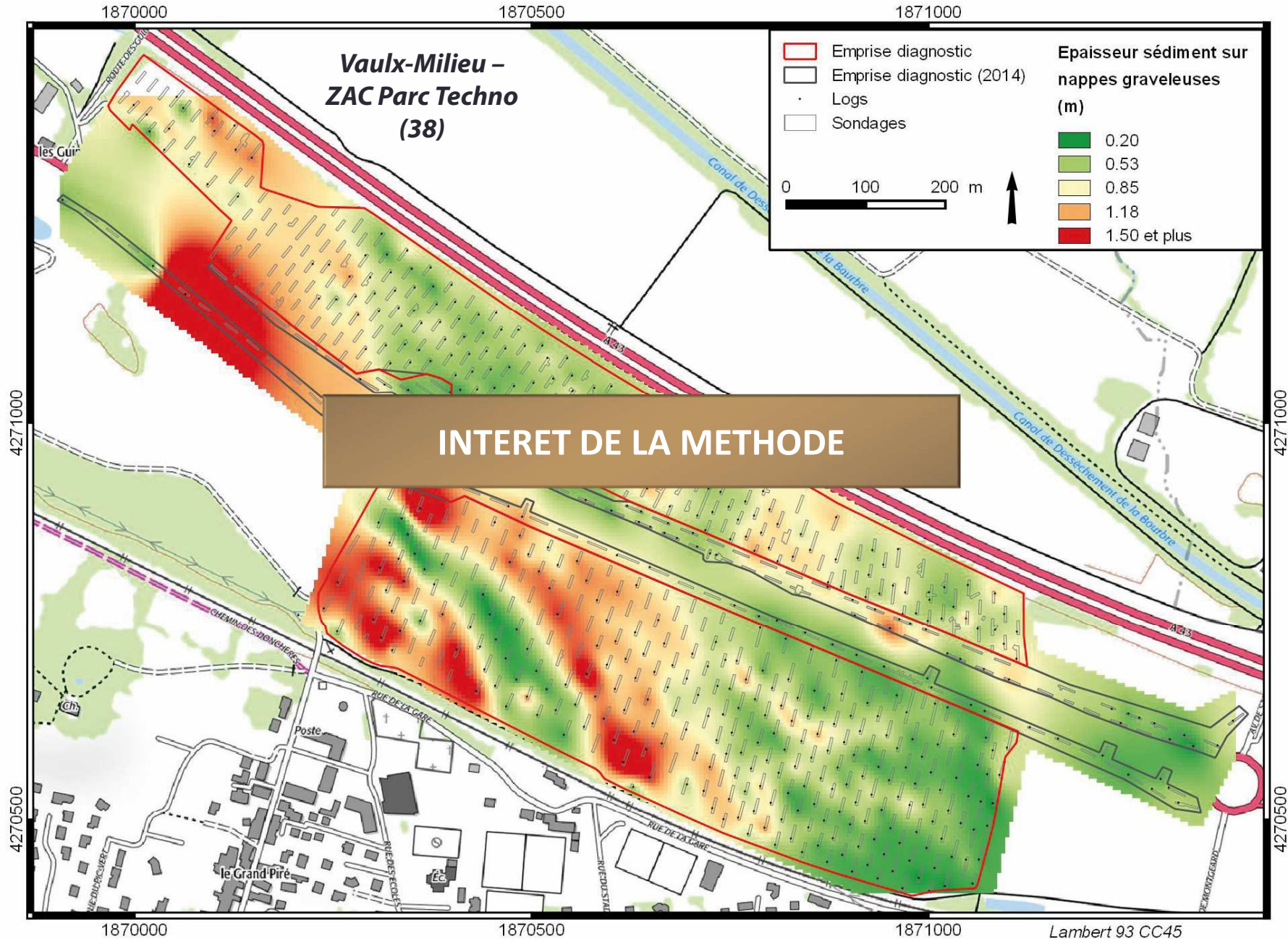
PRINCIPE DE LA METHODE

L'analyse géostatistique s'articule en deux phases : une première phase exploratoire, une seconde phase de modélisation

Phase exploratoire étudiée et pose les hypothèses sur la structuration spatiale de la variable à estimer (analyse variographique)

Phase de modélisation : ajustement d'une fonction mathématique de lissage et interpolation par krigeage ordinaire dans un SIG





INTERÊT DE LA METHODE

La méthode permet une validation croisée des données : comparaison des valeurs mesurées *in situ* et de celles estimées par le modèle

Vérification de la fiabilité des modèles réalisés sous forme de coefficient de détermination (R^2) et de cartes des erreurs standard.

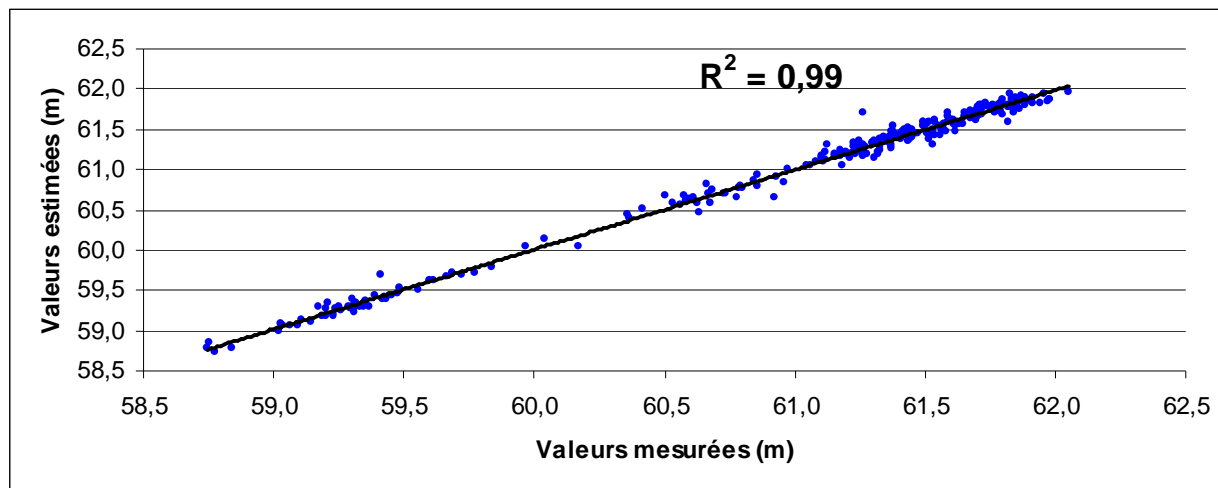
Pondération de la lecture et de l'interprétation des modèles selon leur degré de fiabilité

INTERÊT DE LA METHODE

La méthode permet une validation croisée des données : comparaison des valeurs mesurées *in situ* et de celles estimées par le modèle

Vérification de la fiabilité des modèles réalisés sous forme de coefficient de détermination (R^2) et de cartes des erreurs standard.

Pondération de la lecture et de l'interprétation des modèles selon leur degré de fiabilité

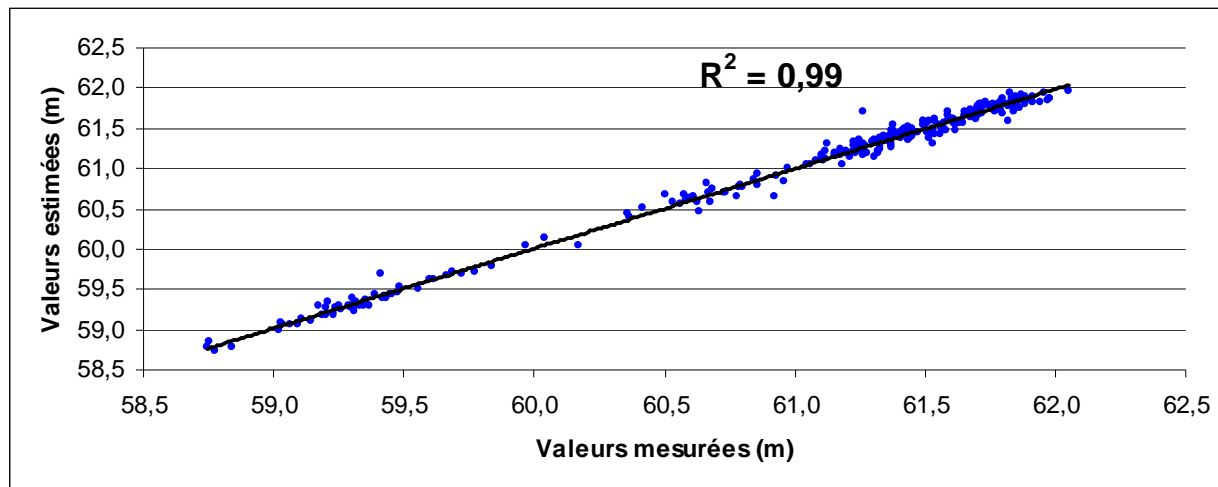


INTERÊT DE LA METHODE

La méthode permet une validation croisée des données : comparaison des valeurs mesurées *in situ* et de celles estimées par le modèle

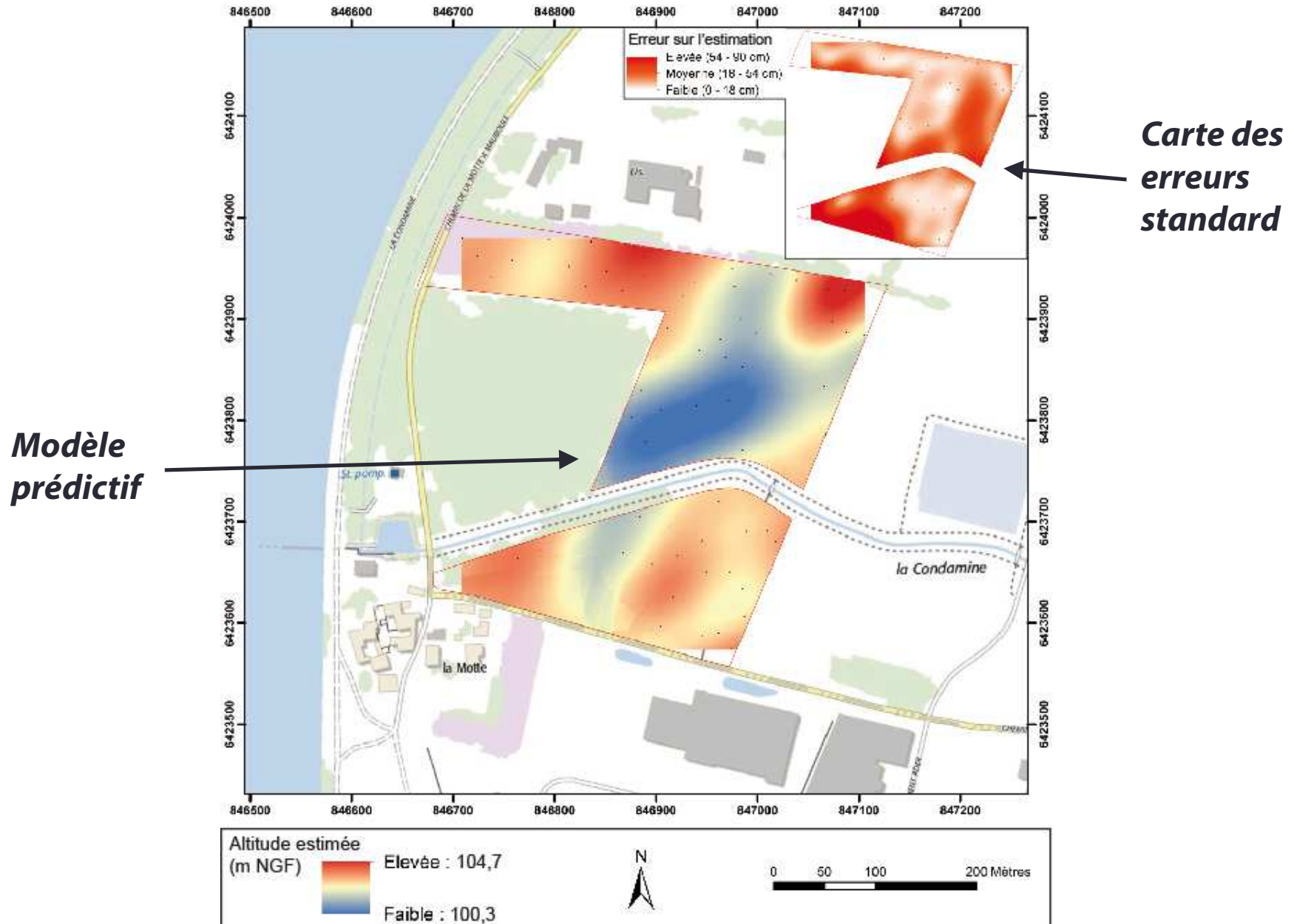
Vérification de la fiabilité des modèles réalisés sous forme de coefficient de détermination (R^2) et de cartes des erreurs standard.

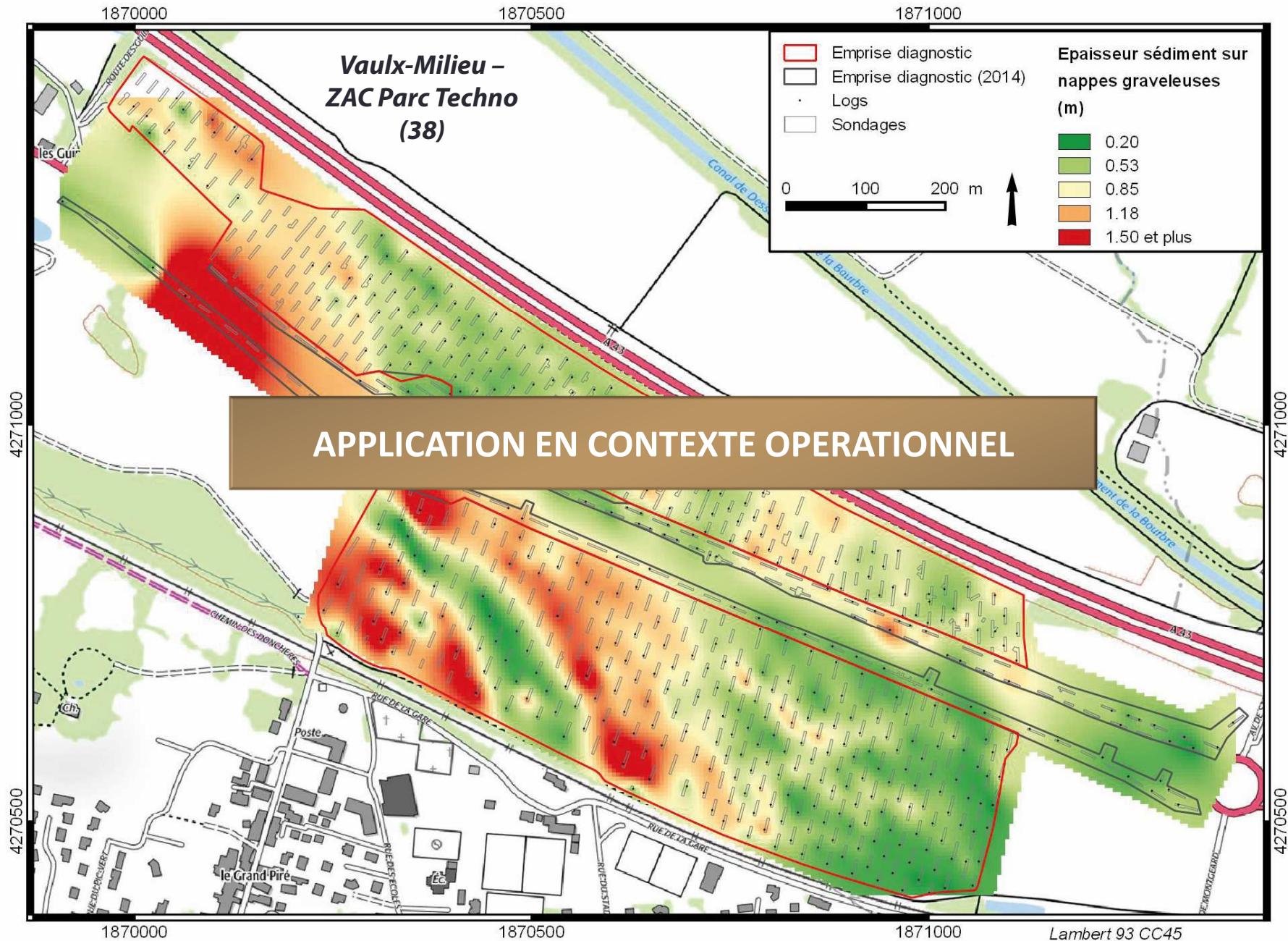
Pondération de la lecture et de l'interprétation des modèles selon leur degré de fiabilité



La fiabilité des modèles peut être renforcée par des levés spécifiques, en collaboration avec les topographes

INTERÊT DE LA METHODE





790000

792000

794000

6512000

6512000

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2

6510000

6510000

6508000

6508000

 Emprise

0 500 1000 m

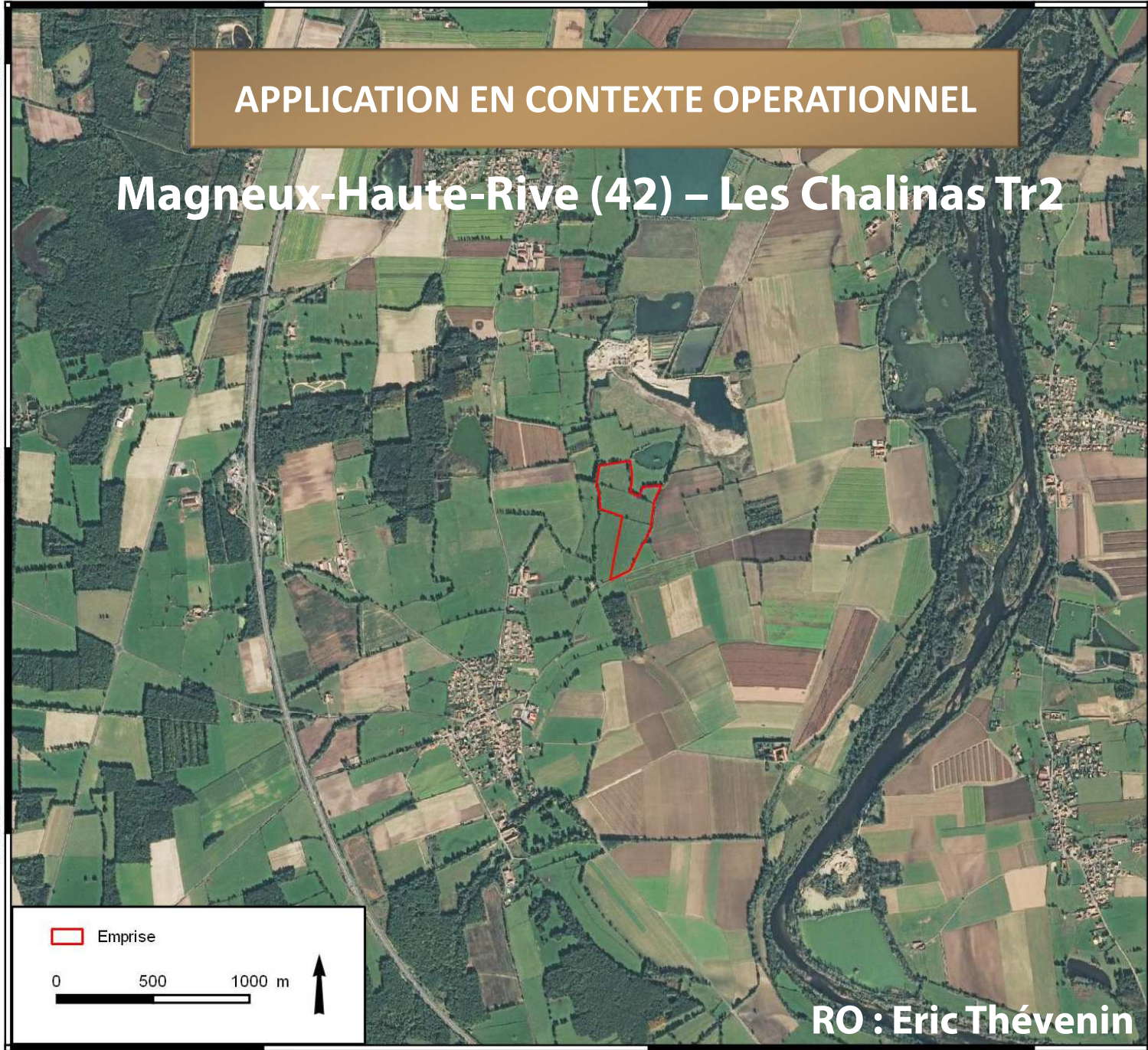


RO : Eric Thévenin

790000

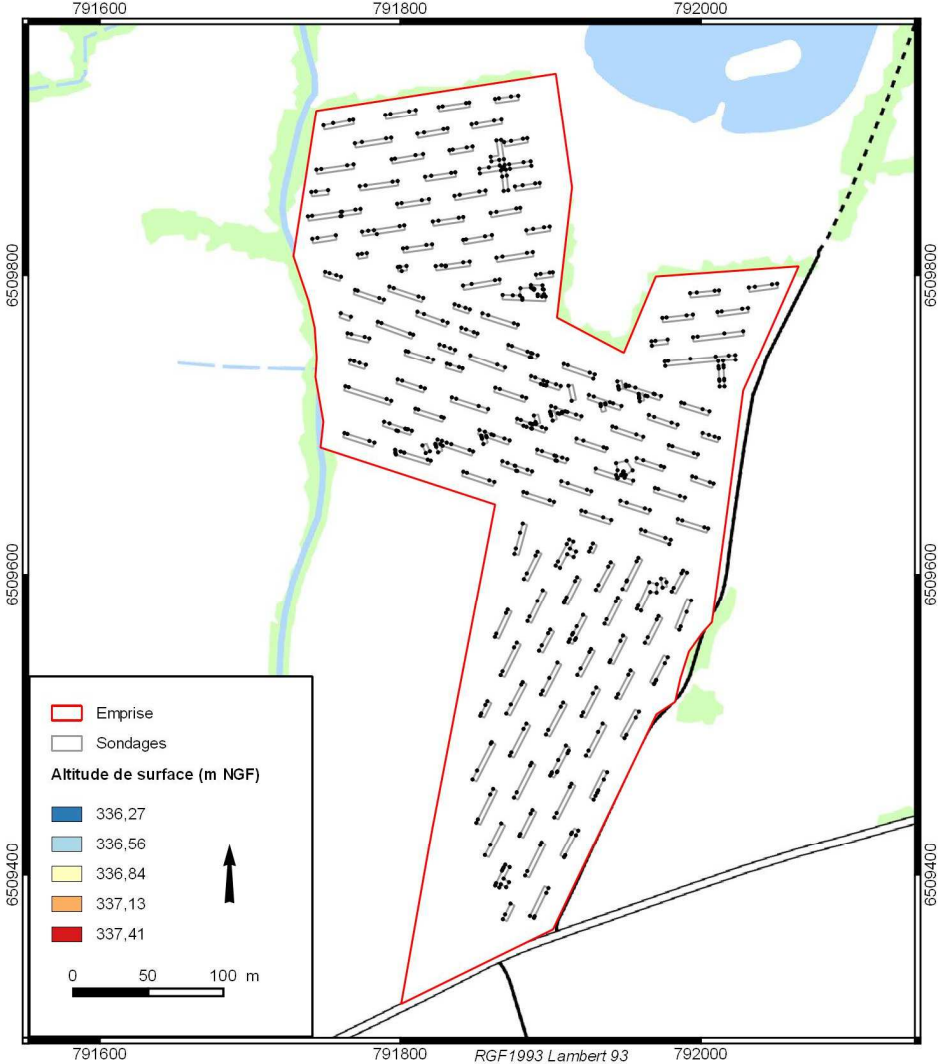
792000

794000



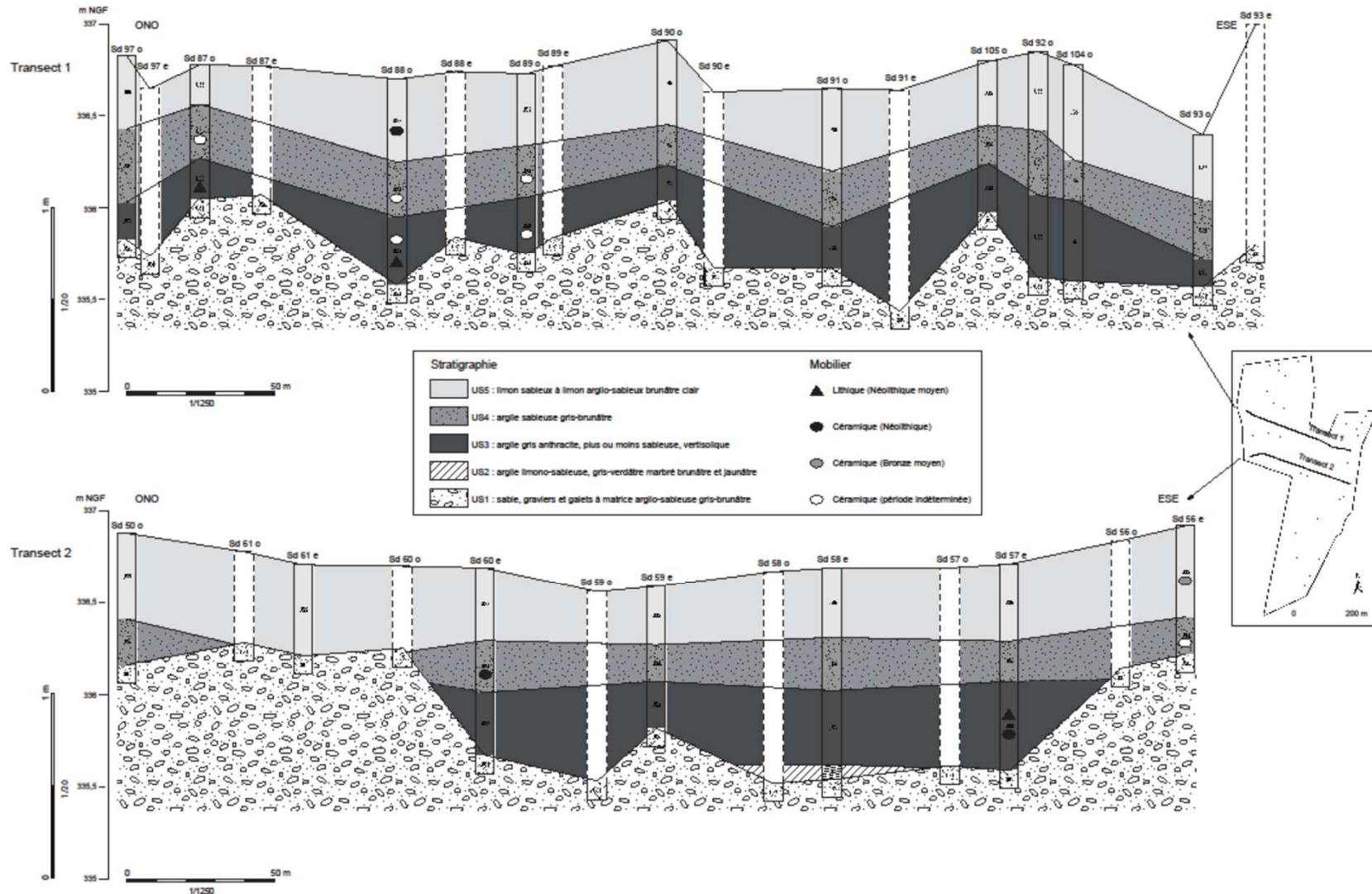
APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2



APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2



790000

792000

794000

6512000

6512000

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2


Modèles d'altitude de la surface topographique

6510000

6510000

6508000

6508000

 Emprise

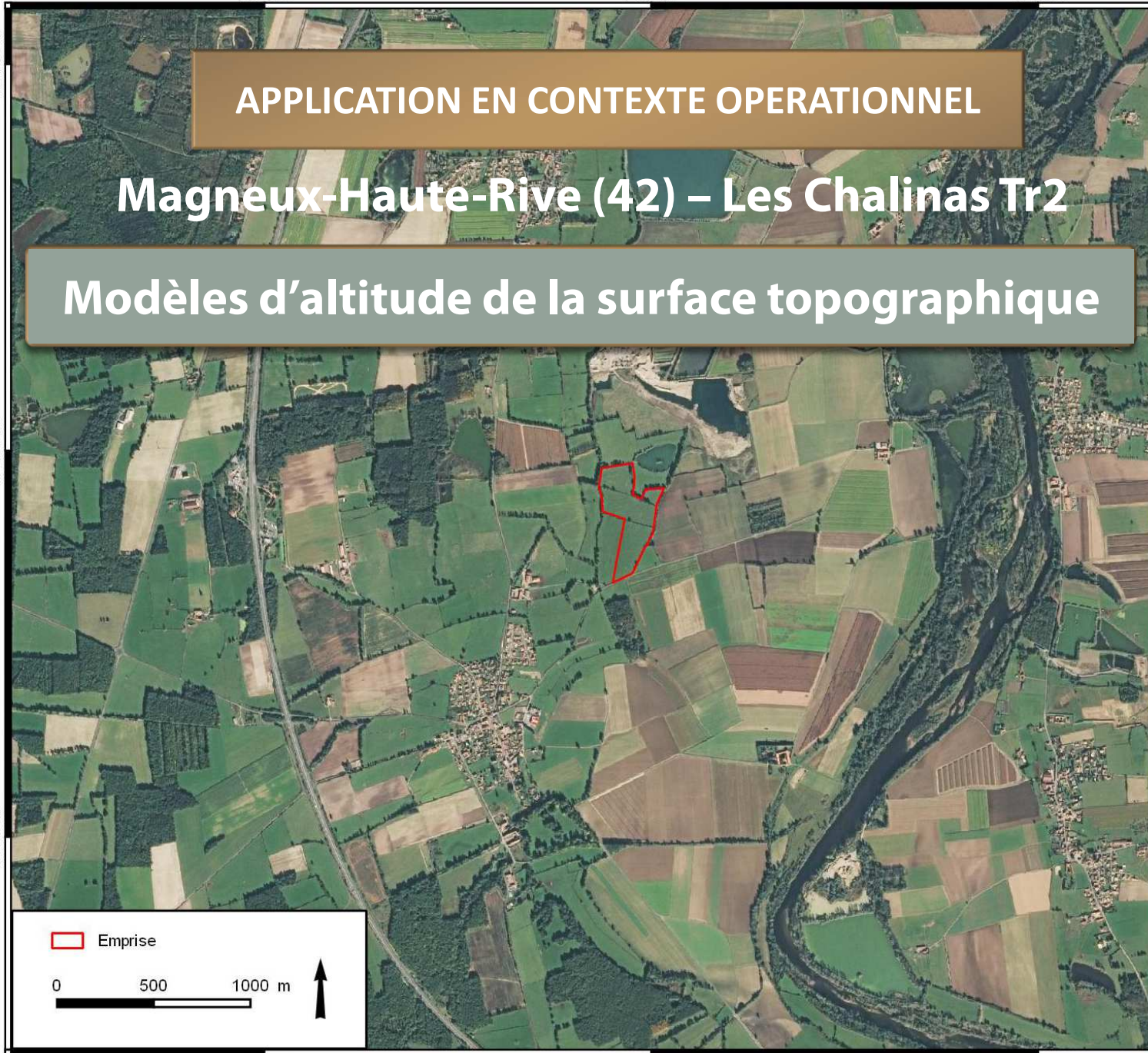
0 500 1000 m



790000

792000

794000



Modèles d'altitude de la surface topographique

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Modèles d'altitude de la surface topographique

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

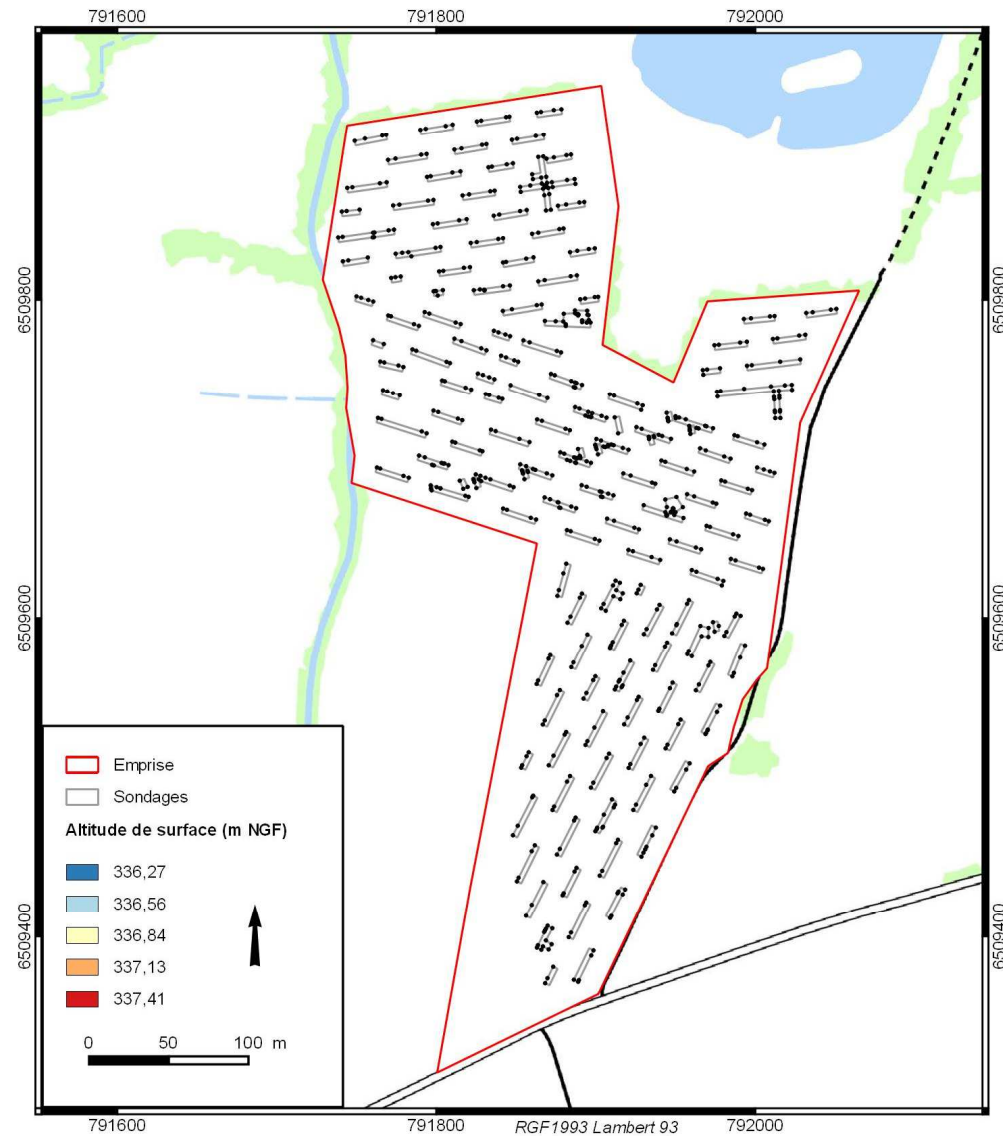
Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Tri des points de levé des bords de sondages et des têtes de logs stratigraphiques dans le listing de points topographiques

Modèles d'altitude de la surface topographique

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL



Modèles d'altitude de la surface topographique

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Tri des points de levé des bords de sondages et des têtes de logs stratigraphiques dans le listing de points topographiques



Traitement du nuage de point retenu : phase exploratoire puis phase de modélisation. Export en raster du modèle cartographique réalisé.

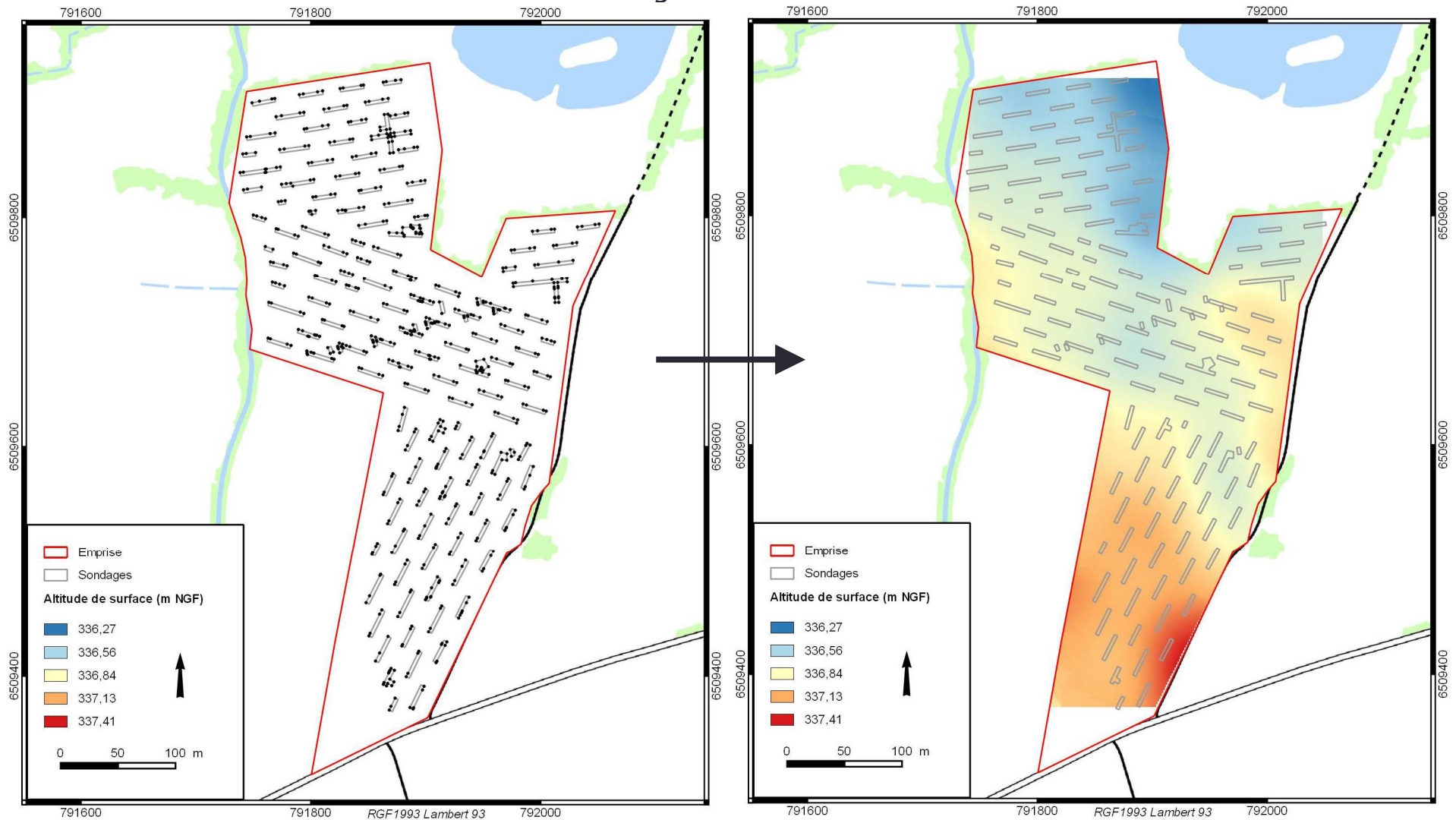
Modèles d'altitude de la surface topographique

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Nuage de points

Magneux-Hte-Rive (42)

Altitude de surface
(fonction exponentielle)

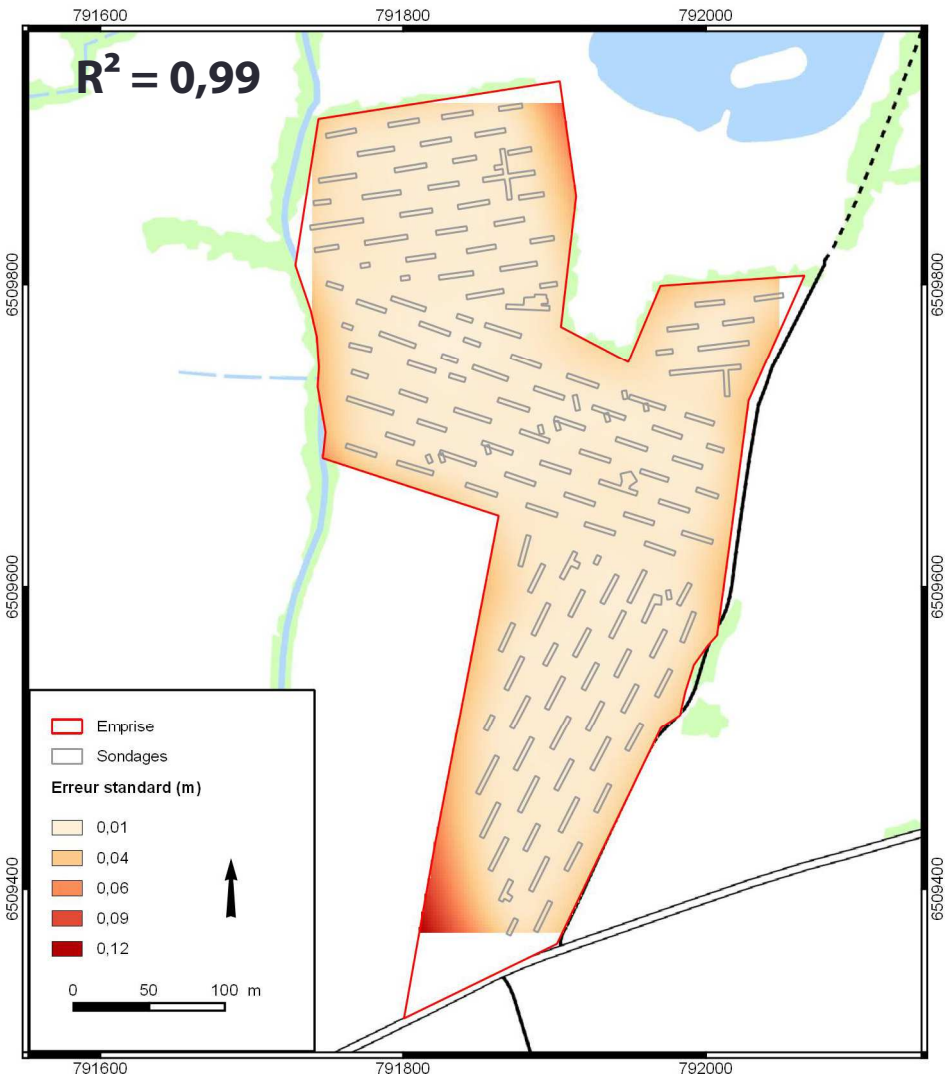
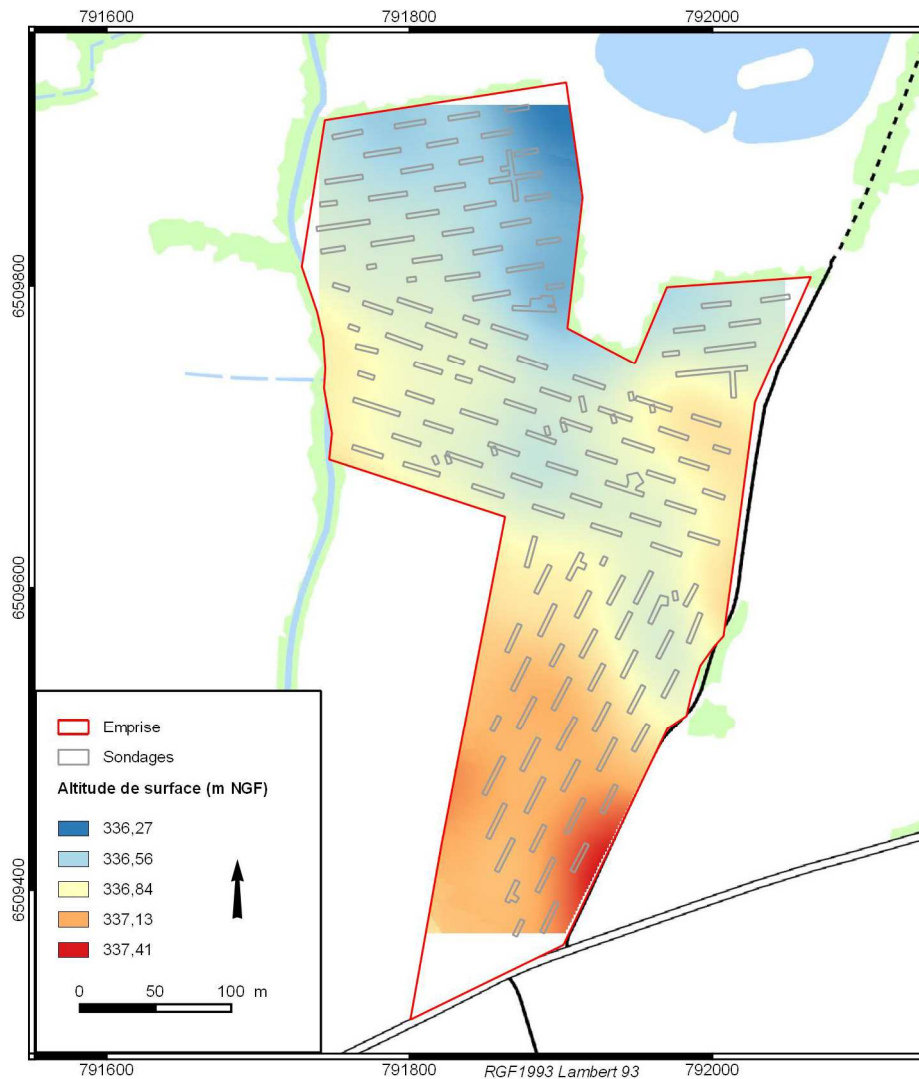


Modèles d'altitude de la surface topographique

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Altitude de surface
(fonction exponentielle)

Erreur standard



790000

792000

794000

6512000

6512000

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2

Modèles de pente de surface

6510000

6510000

6508000

6508000

 Emprise

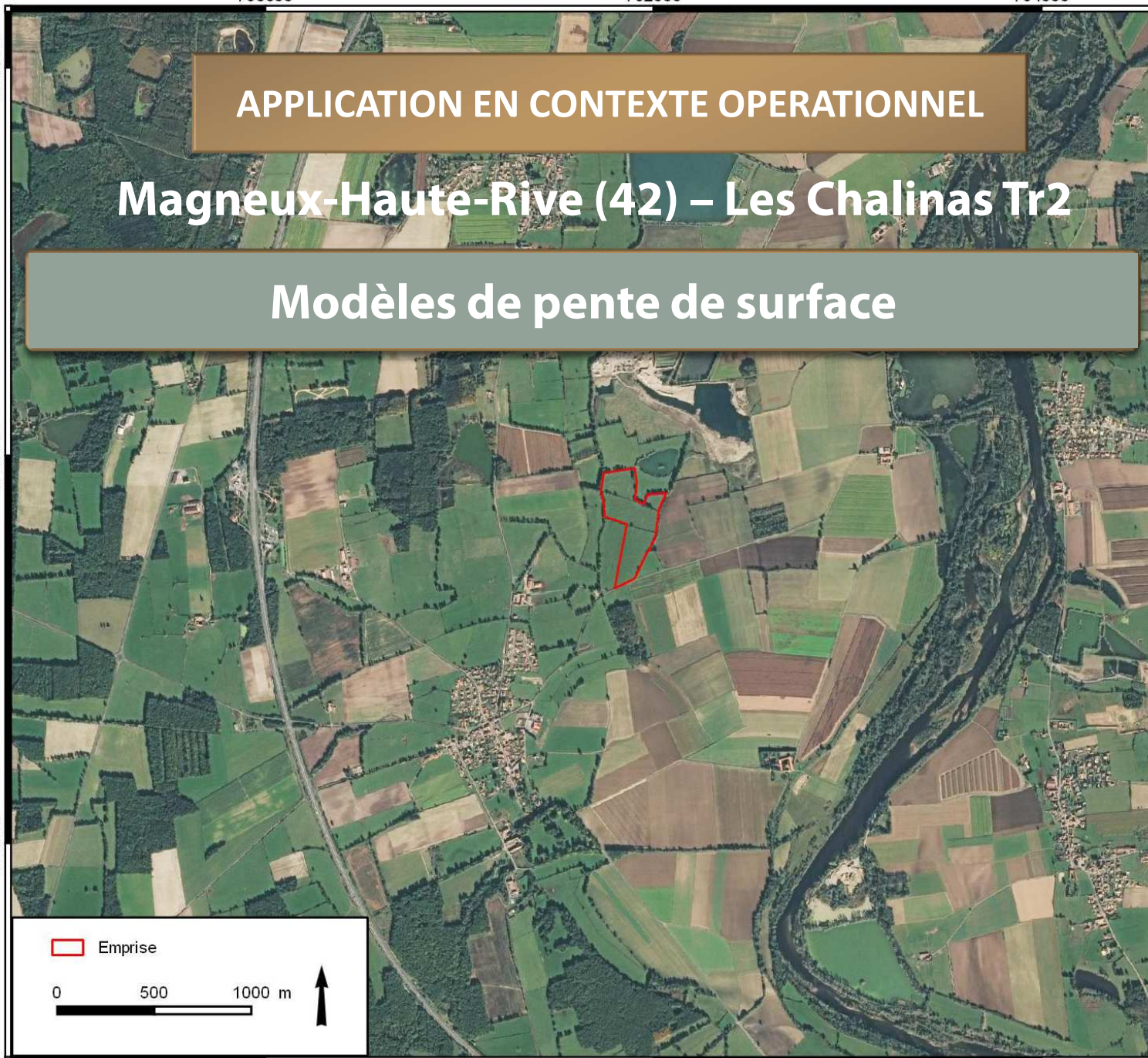
0 500 1000 m



790000

792000

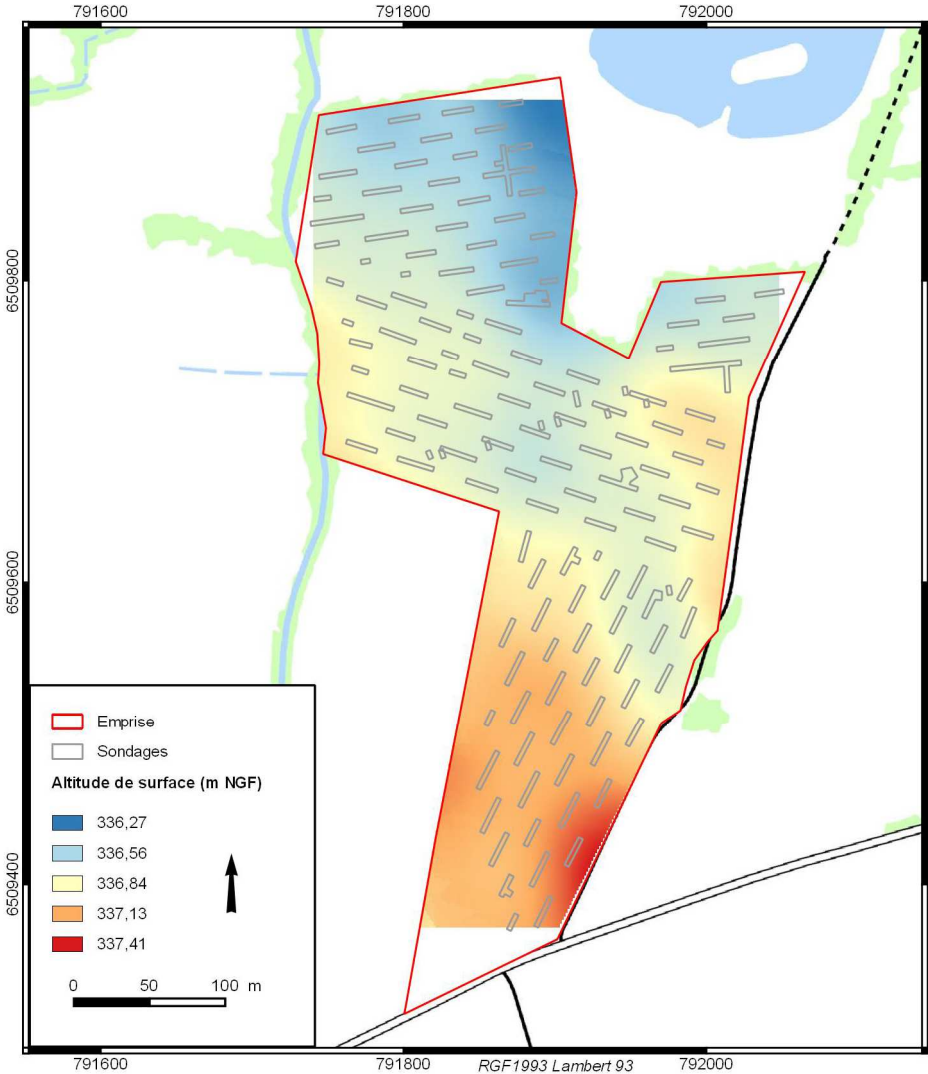
794000



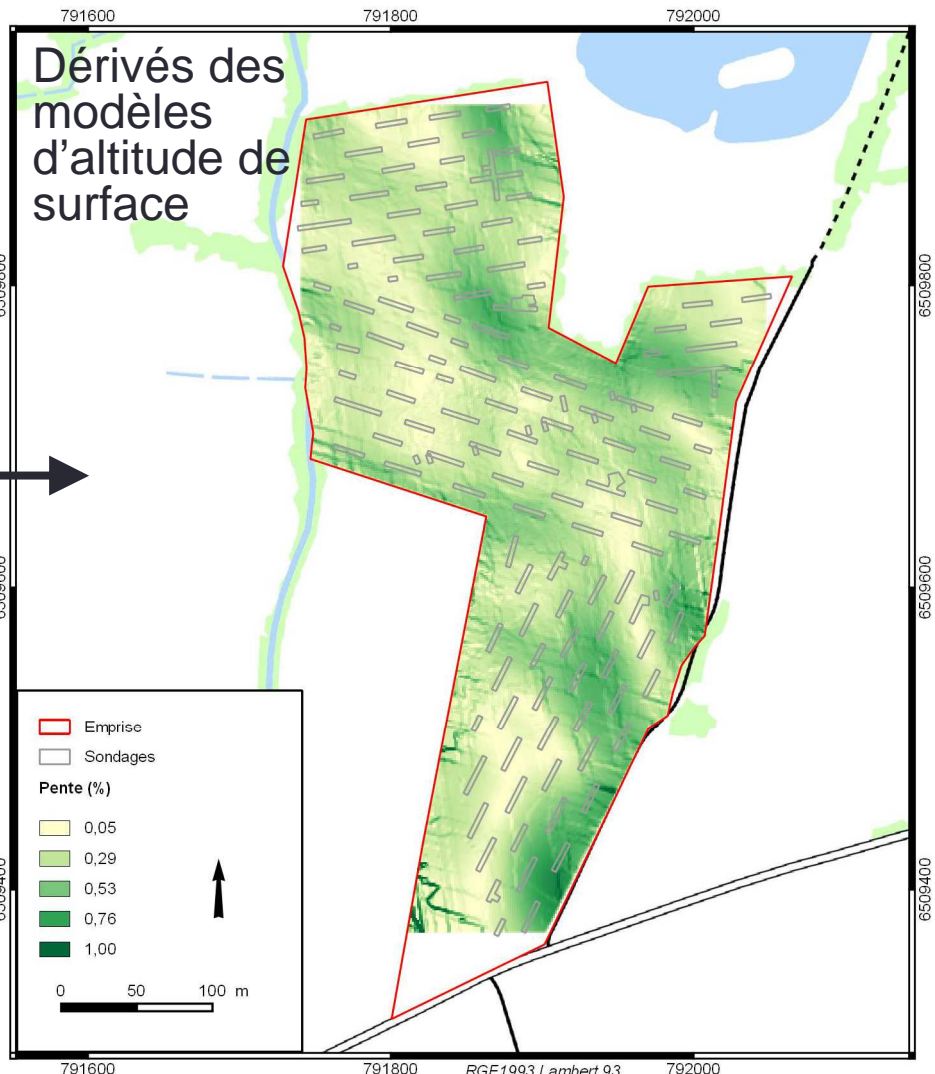
Modèles de pente de surface

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Altitude de surface
(fonction exponentielle)



Pente



790000

792000

794000

6512000

6512000

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2


Modèles d'altitude de paléosurfaces

6510000

6510000

6508000

6508000

 Emprise

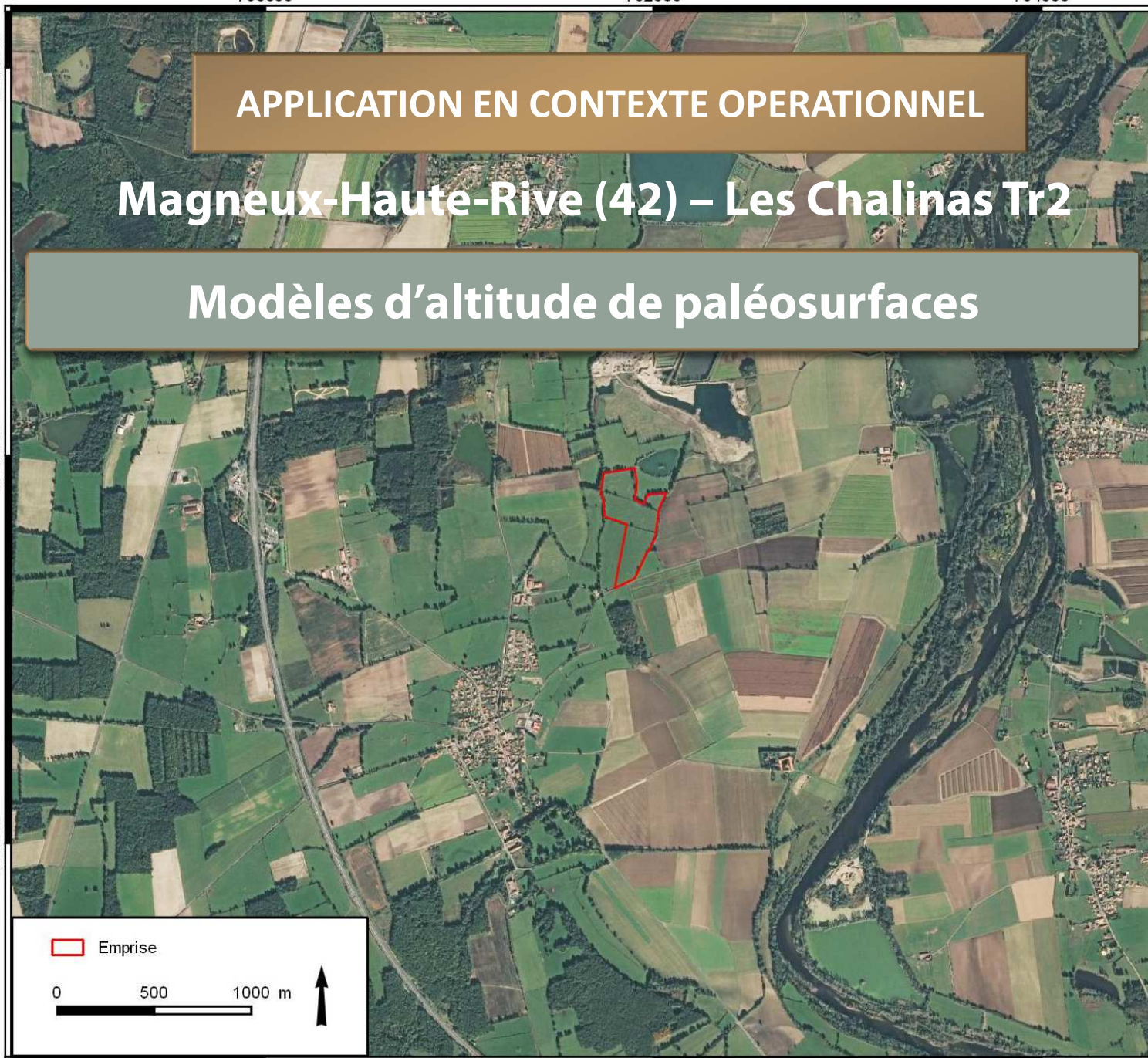
0 500 1000 m



790000

792000

794000





**Sd 39
Log 1**

337,13 m NGF



335,27 m NGF

Altitude du toit d'une couche , connue dans les différents logs = surface à modéliser

Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Inventaire des logs stratigraphiques

Sondage	US	Description	Alti sup	Alti inf	Epaisseur
S1	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,21	336,88	0,33
S1	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,88	336,51	0,37
S1	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,51	336,26	0,25
S1	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,26	335,71	0,55
S1	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,71	335,47	0,24
S2	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,32	336,92	0,40
S2	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,92	336,62	0,30
S2	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,62	336,39	0,23
S2	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,39	336,08	0,31
S3	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,26	336,90	0,36
S3	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,90	336,60	0,30
S3	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,60	336,16	0,44
S3	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,16	335,74	0,42
S3	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,74	335,66	0,08

Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Inventaire des logs stratigraphiques

Sondage	US	Description	Alti sup	Alti inf	Epaisseur
S1	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,21	336,88	0,33
S1	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,88	336,51	0,37
S1	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,51	336,26	0,25
S1	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,26	335,71	0,55
S1	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,71	335,47	0,24
S2	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,32	336,92	0,40
S2	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,92	336,62	0,30
S2	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,62	336,39	0,23
S2	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,39	336,08	0,31
S3	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,26	336,90	0,36
S3	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,90	336,60	0,30
S3	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,60	336,16	0,44
S3	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,16	335,74	0,42
S3	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,74	335,66	0,08

Tri des points de levé des têtes de logs stratigraphiques dans le listing de points topographiques

Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Inventaire des logs stratigraphiques

Sondage	US	Description	Alti sup	Alti inf	Epaisseur
S1	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,21	336,88	0,33
S1	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,88	336,51	0,37
S1	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,51	336,26	0,25
S1	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,26	335,71	0,55
S1	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,71	335,47	0,24
S2	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,32	336,92	0,40
S2	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,92	336,62	0,30
S2	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,62	336,39	0,23
S2	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,39	336,08	0,31
S3	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,26	336,90	0,36
S3	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,90	336,60	0,30
S3	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,60	336,16	0,44
S3	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,16	335,74	0,42
S3	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,74	335,66	0,08

Tri des points de levé des têtes de logs stratigraphiques dans le listing de points topographiques

Tri des US constituant la paléosurface à restituer dans l'inventaire des logs stratigraphiques

Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Inventaire des logs stratigraphiques

Sondage	US	Description	Alti sup	Alti inf	Epaisseur
S1	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,21	336,88	0,33
S1	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,88	336,51	0,37
S1	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,51	336,26	0,25
S1	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,26	335,71	0,55
S1	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,71	335,47	0,24
S2	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,32	336,92	0,40
S2	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,92	336,62	0,30
S2	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,62	336,39	0,23
S2	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,39	336,08	0,31
S3	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,26	336,90	0,36
S3	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,90	336,60	0,30
S3	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,60	336,16	0,44
S3	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,16	335,74	0,42
S3	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,74	335,66	0,08



Listing points topographiques

N° point	X	Y	Z	Nature	Remarques
82	1846242,374	4179438,779	337,19	Bord Tranchée	S20
83	1846241,567	4179429,984	337,07	Log	S20
84	1846238,791	4179424,466	337,11	Bord Tranchée	S20
85	1846241,974	4179431,042	336,85	Structure	FO21
86	1846242,495	4179432,107	336,88	Structure	FO21
87	1846242,245	4179431,624	336,48	Zinf	FO21
88	1846239,864	4179433,368	336,81	Structure	FO21
89	1846239,413	4179432,494	336,8	Structure	FO21
90	1846239,645	4179432,902	336,52	Zinf	FO21
91	1846239,366	4179432,352	336,72	Clou Coupe	FO21
92	1846239,921	4179433,497	336,71	Clou Coupe	FO21
93	1846223,606	4179433,757	337,28	Bord Tranchée	S19
94	1846219,302	4179426,023	337,24	Log	S19
95	1846219,121	4179419,182	337,21	Bord Tranchée	S19
96	1846230,158	4179414,786	337,01	Bord Tranchée	S21
97	1846229,871	4179407,572	336,97	Log	S21
98	1846226,042	4179400,666	337,06	Bord Tranchée	S21
99	1846210,05	4179408,829	336,87	Bord Tranchée	S18
100	1846205,63	4179401,23	336,85	Log	S18
101	1846205,291	4179394,2	336,81	Bord Tranchée	S18
102	1846209,714	4179402,301	336,36	Structure	FO14
103	1846209,071	4179401,156	336,33	Structure	FO14
104	1846209,366	4179401,746	335,87	Zinf	FO14
105	1846216,514	4179389,914	336,86	Bord Tranchée	S22
106	1846216,969	4179384,77	336,29	Structure	FO14
107	1846217,445	4179385,721	336,33	Structure	FO14
108	1846215,775	4179388,633	336,36	Structure	FO14
109	1846215,269	4179387,726	336,31	Structure	FO14

Inventaire des logs stratigraphiques

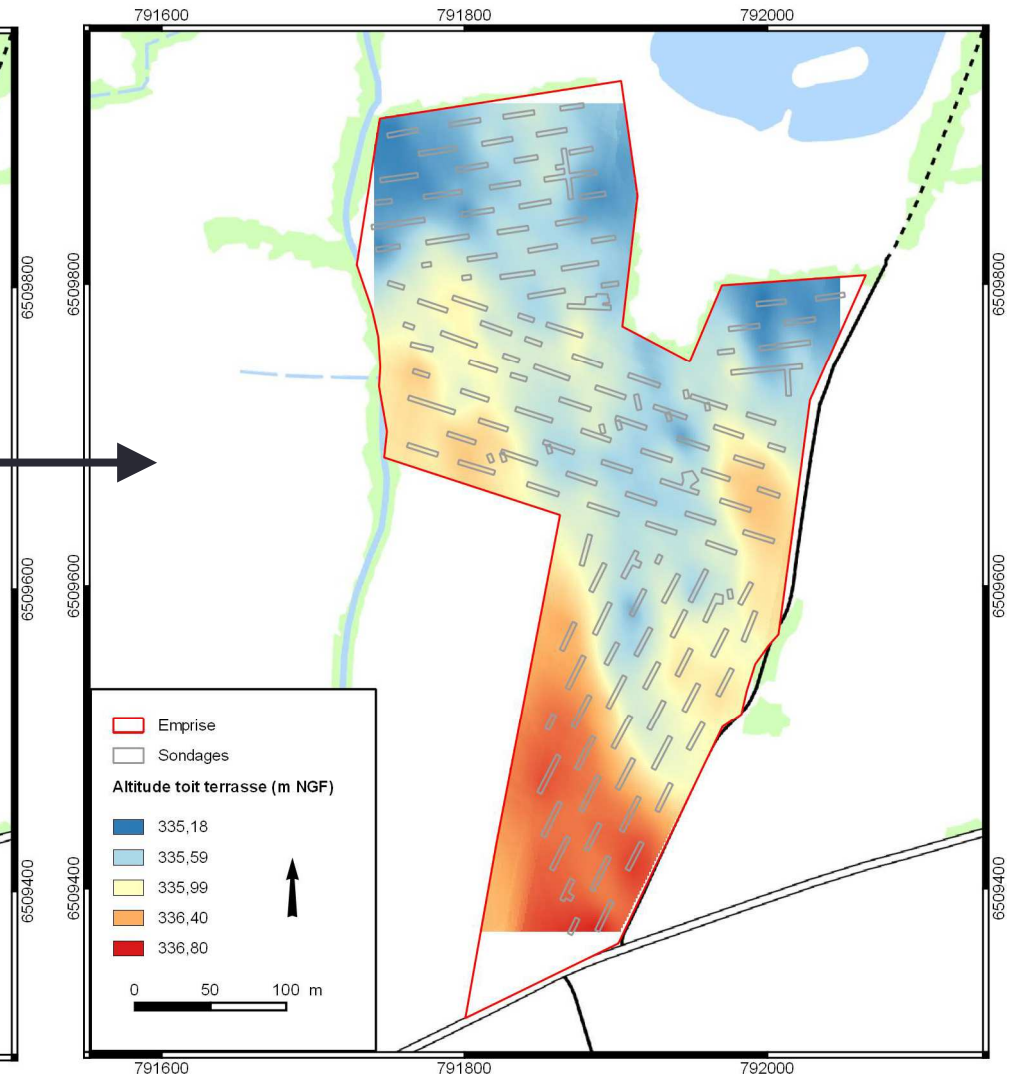
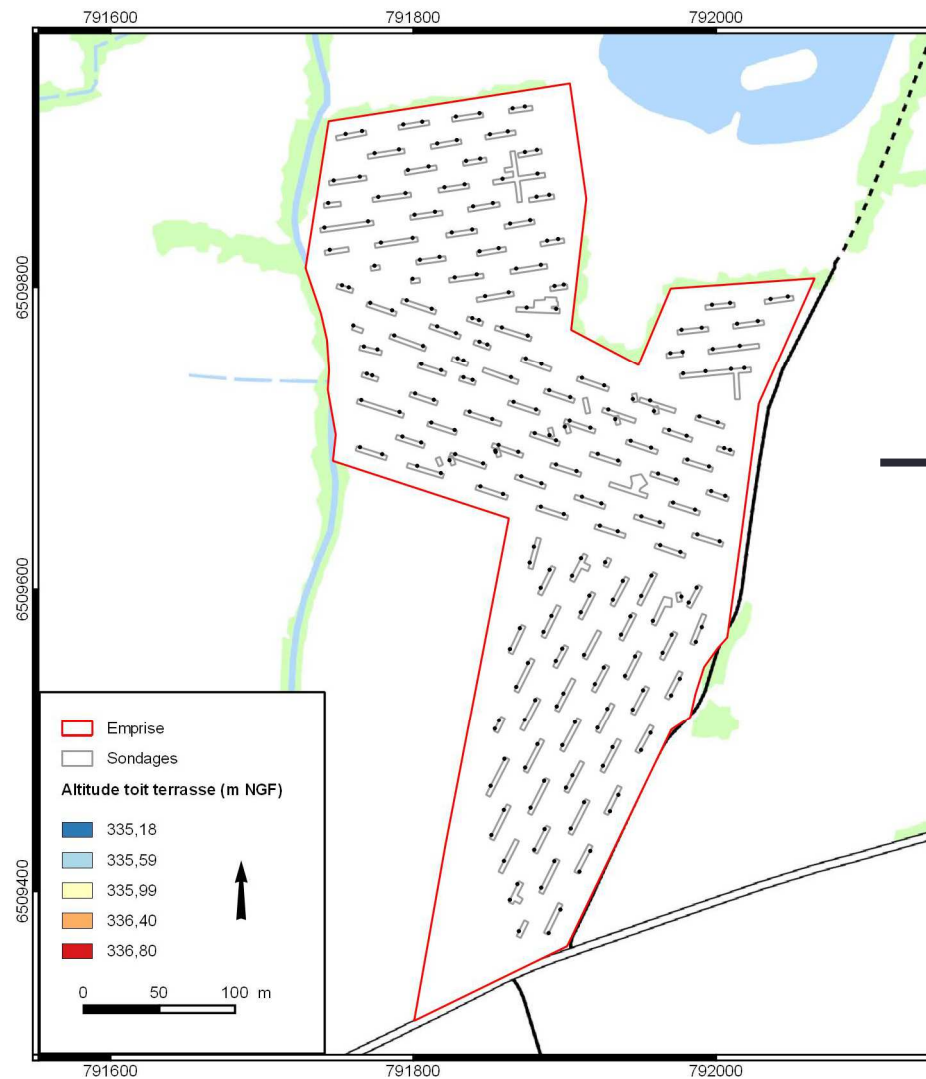
Sondage	US	Description	Alti sup	Alti inf	Epaisseur
S1	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,21	336,88	0,33
S1	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,88	336,51	0,37
S1	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,51	336,26	0,25
S1	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,26	335,71	0,55
S1	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,71	335,47	0,24
S2	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,32	336,92	0,40
S2	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,92	336,62	0,30
S2	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,62	336,39	0,23
S2	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,39	336,08	0,31
S3	1	limon sableux à limon argilo-sableux brunâtre clair	337,26	336,90	0,36
S3	2	argile sableuse gris-brunâtre	336,90	336,60	0,30
S3	3	argile gris anthracite, plus ou moins sableuse, anmoor	336,60	336,16	0,44
S3	4	argile limono-sableuse, gris-verdâtre marbré brunâtre et jaunâtre	336,16	335,74	0,42
S3	5	sable, graviers et galets à matrice argilo-sableuse gris-brunâtre	335,74	335,66	0,08

Jointure dans un SIG

Traitement du nuage de point constitué : phase exploratoire puis phase de modélisation. Export en raster du modèle cartographique réalisé.

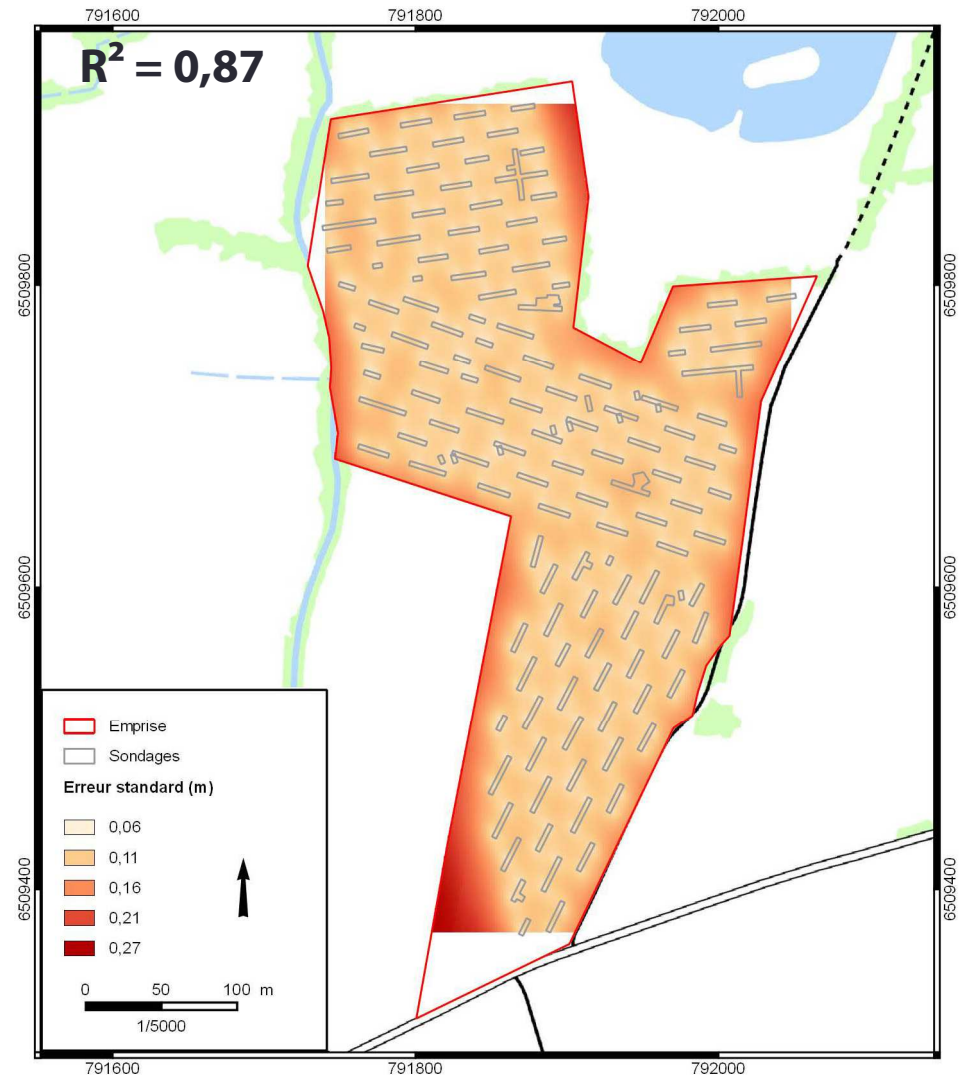
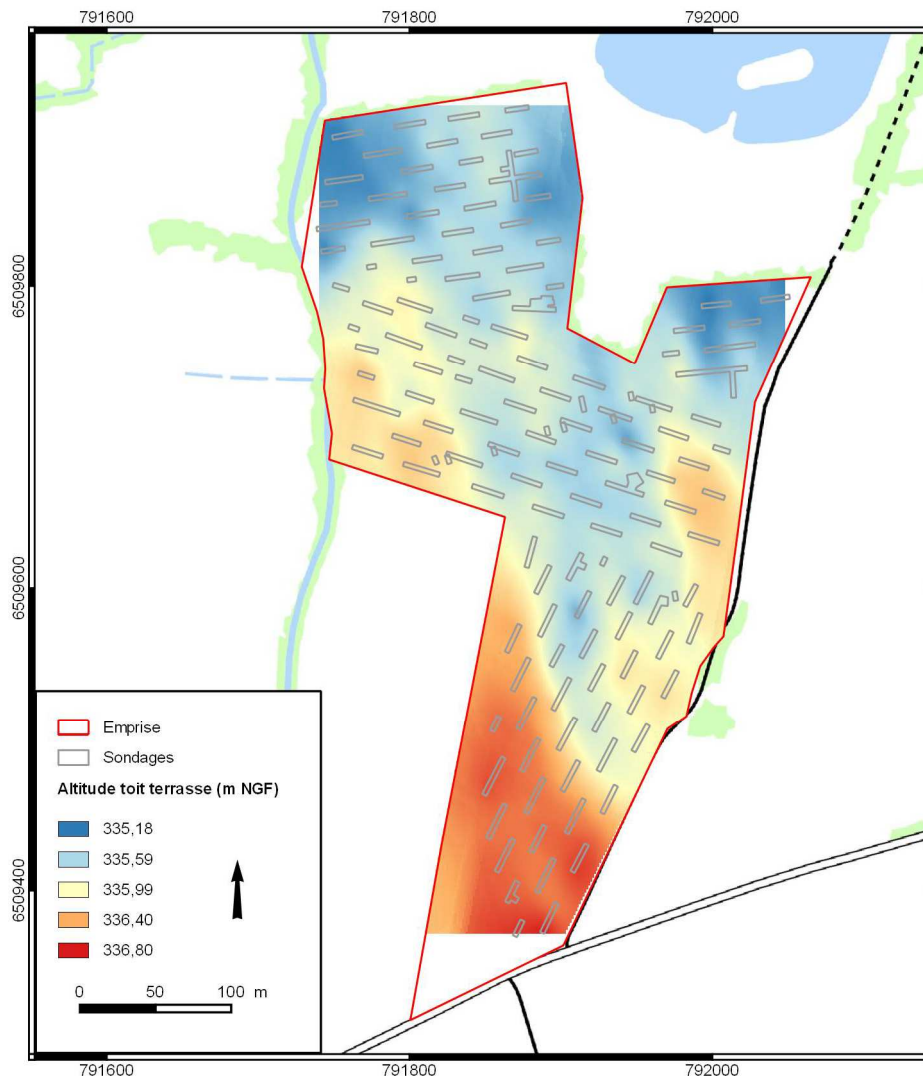
Nuage de points

Altitude du toit de la terrasse alluviale
(fonction exponentielle)



Altitude du toit de la terrasse alluviale
(fonction exponentielle)

Erreur standard



790000

792000

794000

6512000

6512000

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Magneux-Haute-Rive (42) – Les Chalinas Tr2


Modèles d'épaisseur de strates

6510000

6510000

6508000

6508000

 Emprise

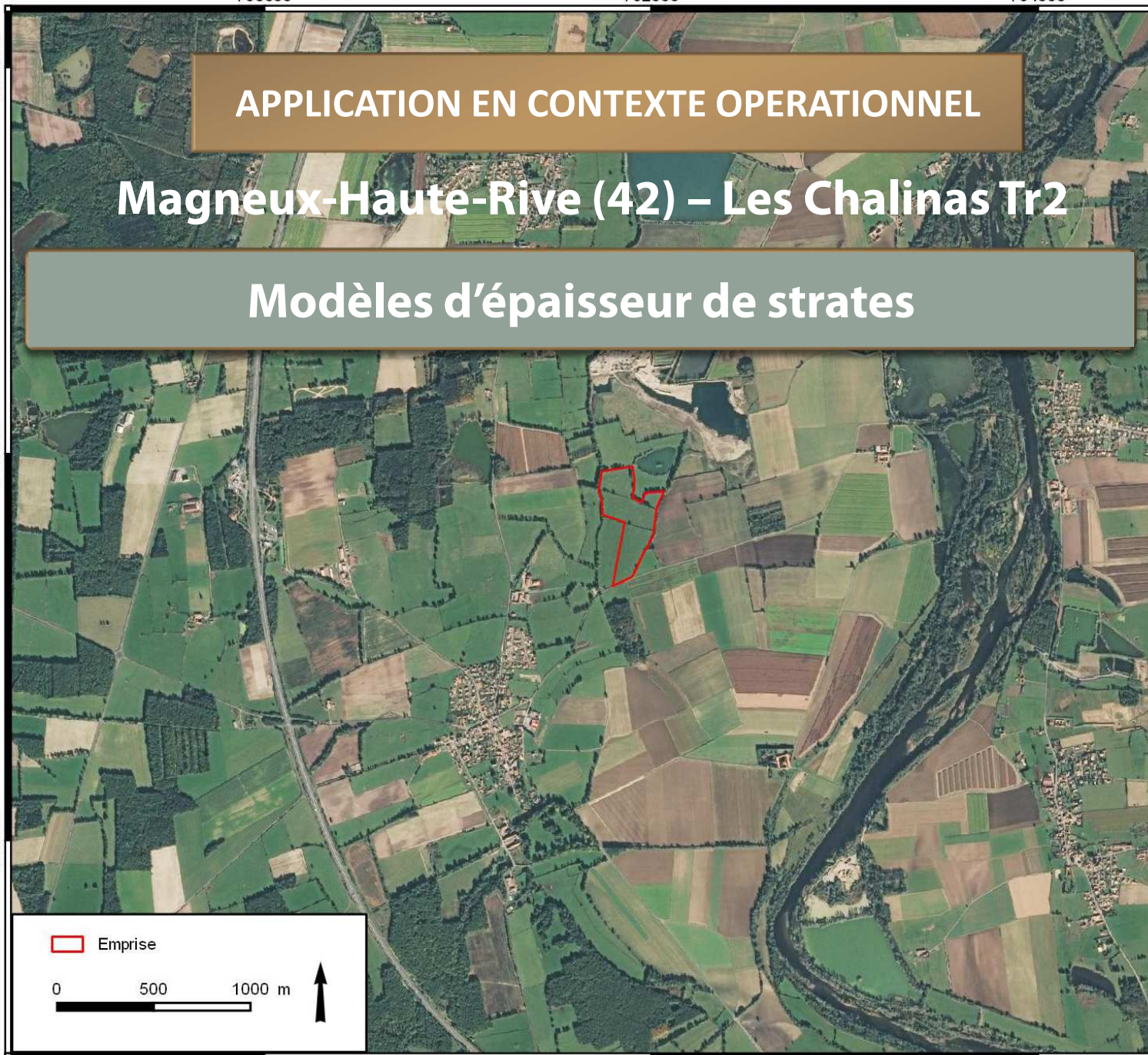
0 500 1000 m



790000

792000

794000



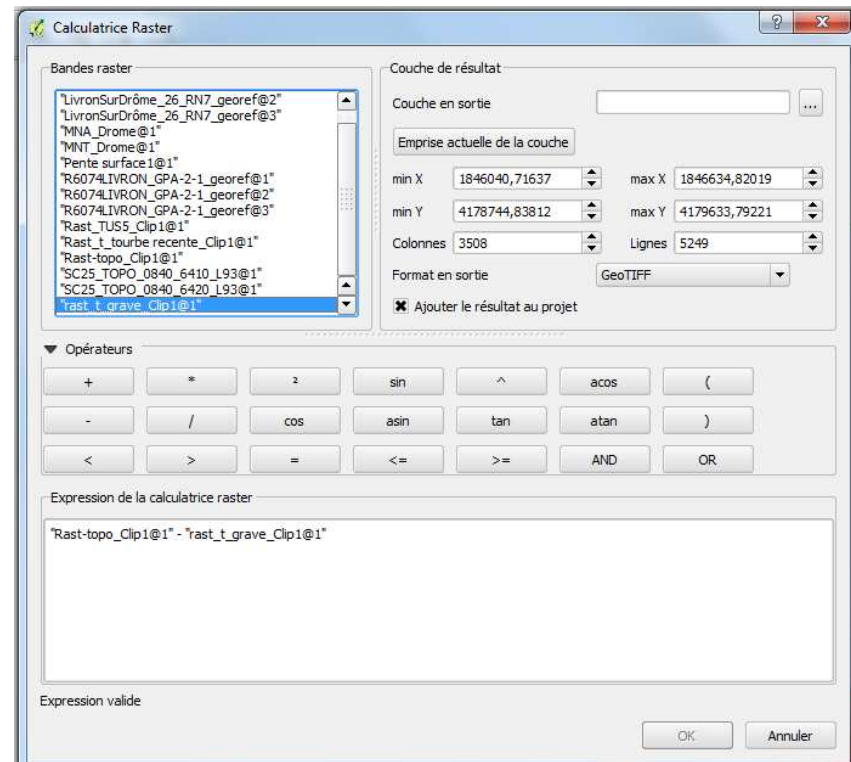
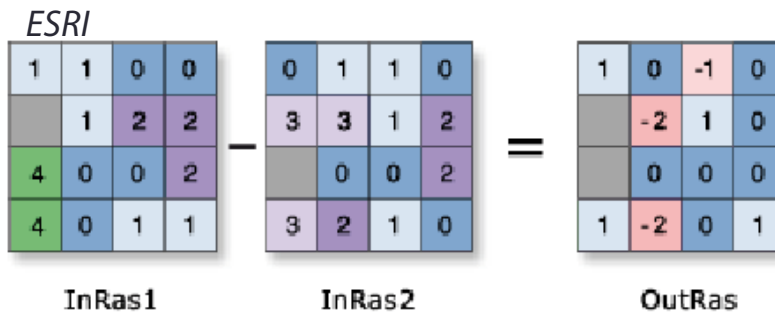
Démarche similaire à la modélisation de paléosurfaces, mais la variable à modéliser est l'épaisseur d'une couche

Modèles d'épaisseur de strates

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Démarche similaire à la modélisation de paléosurfaces, mais la variable à modéliser est l'épaisseur d'une couche

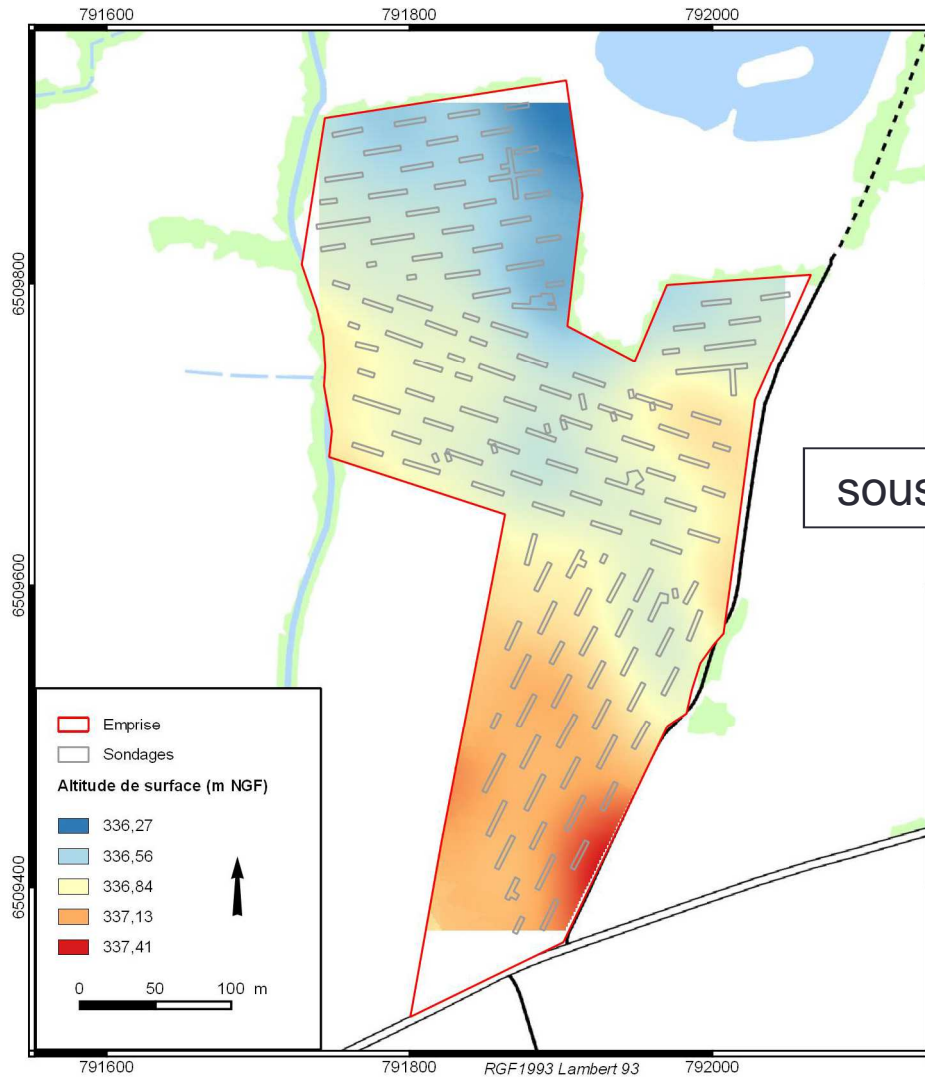
Pour restituer l'épaisseur de sédiment entre le substrat et la surface topographique → calculatrice raster



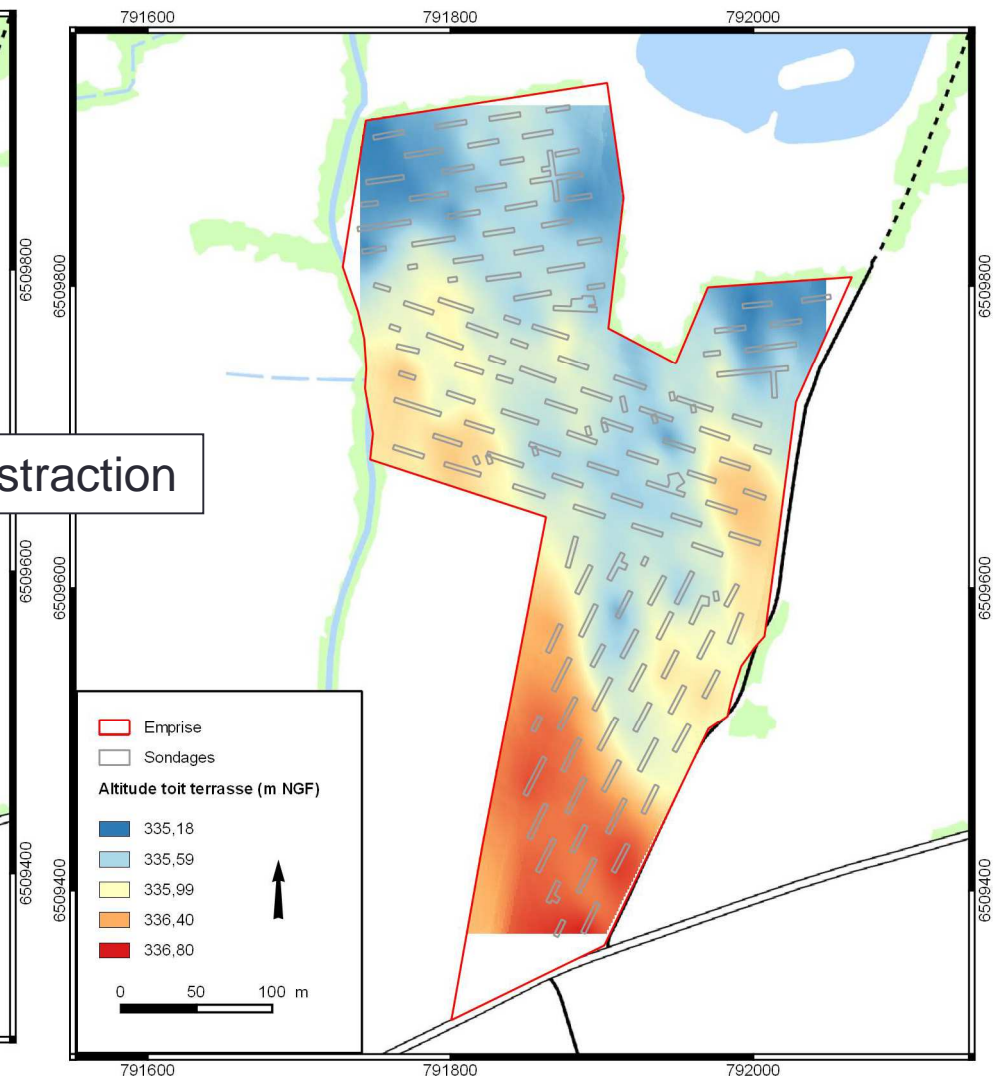
Modèles d'épaisseur de strates

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

Altitude de surface
(fonction exponentielle)



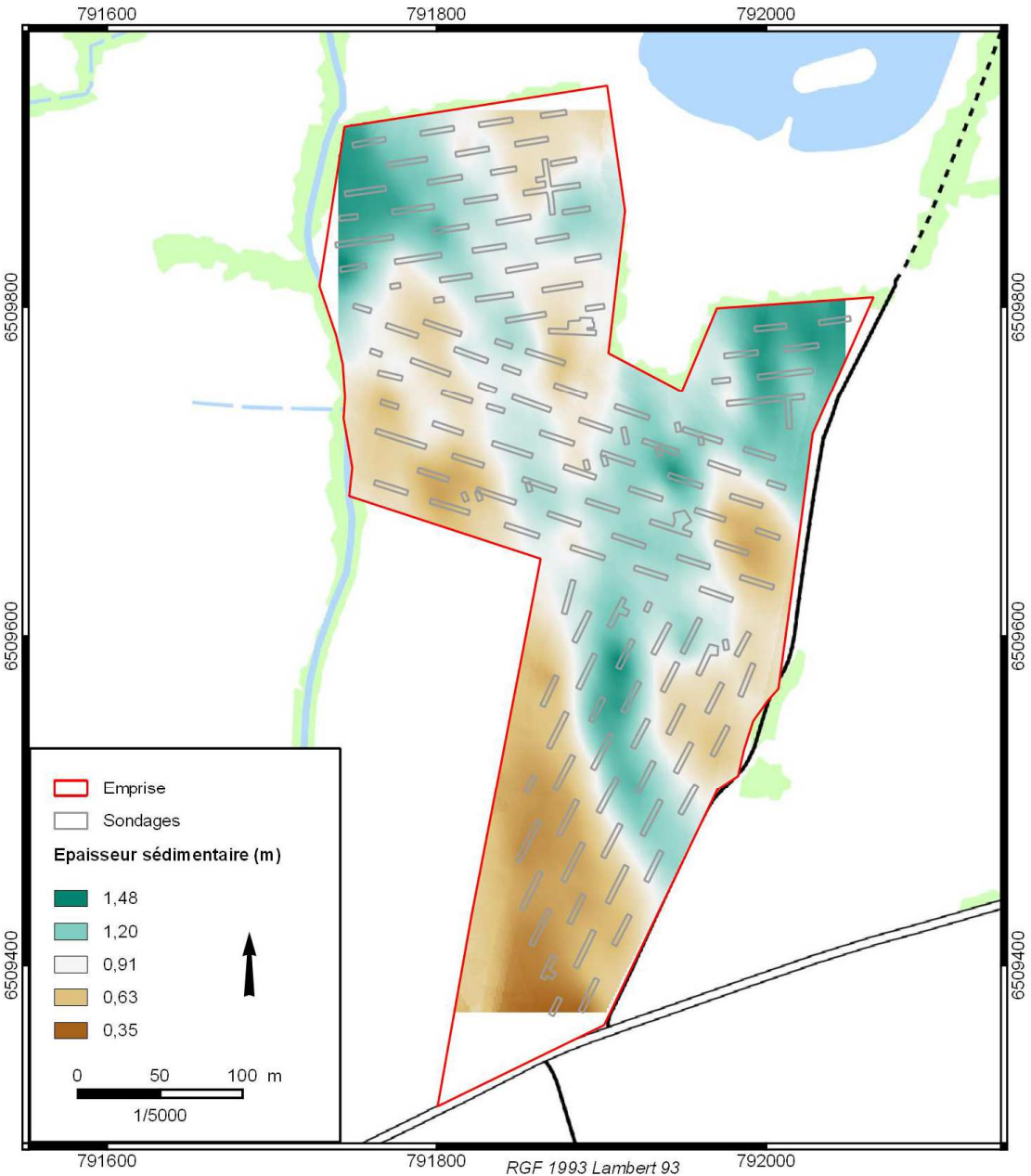
Altitude du toit de la terrasse alluviale
(fonction exponentielle)



soustraction

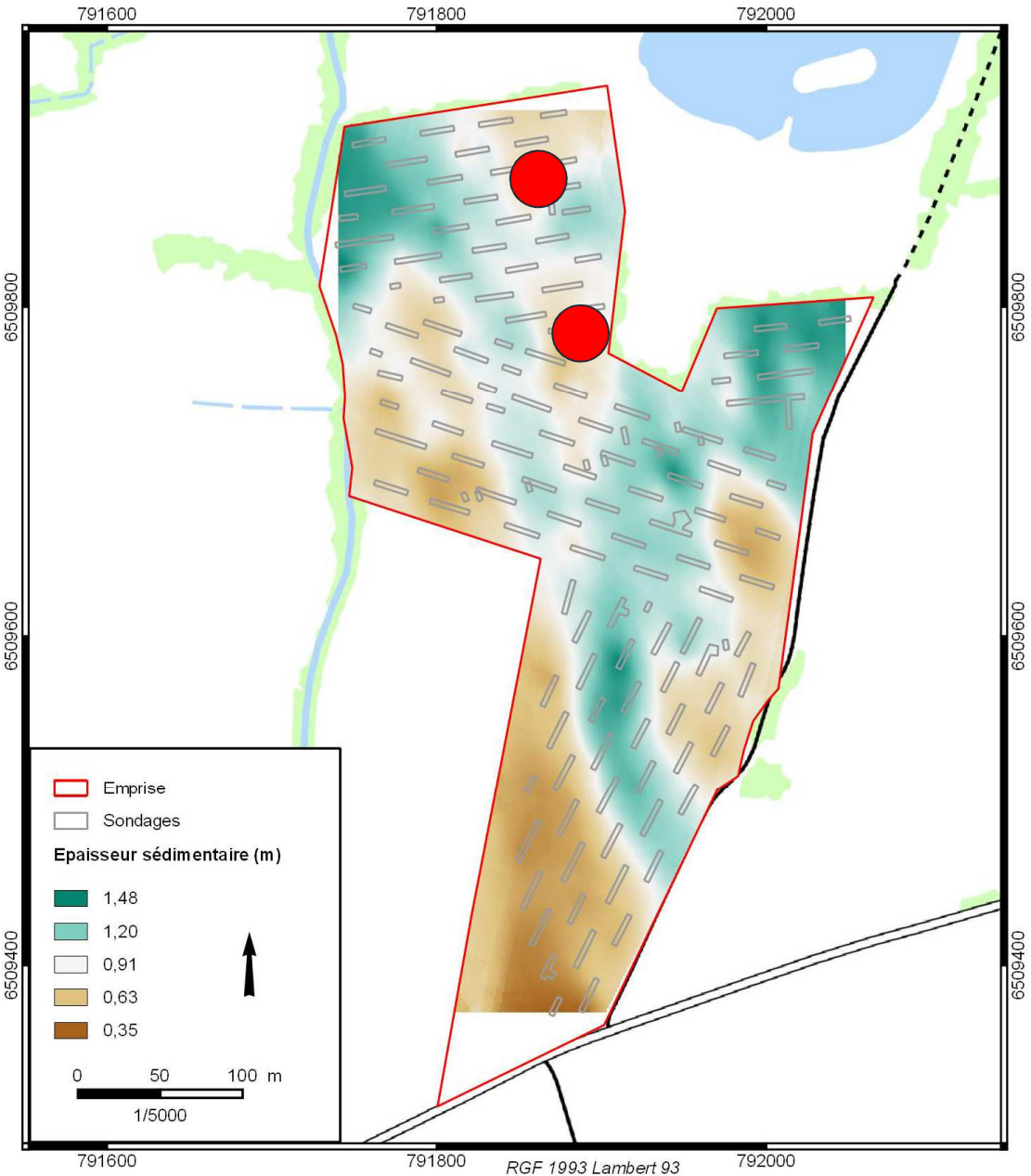
Modèles d'épaisseur de strates

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL



Modèles d'épaisseur de strates

APPLICATION EN CONTEXTE OPERATIONNEL

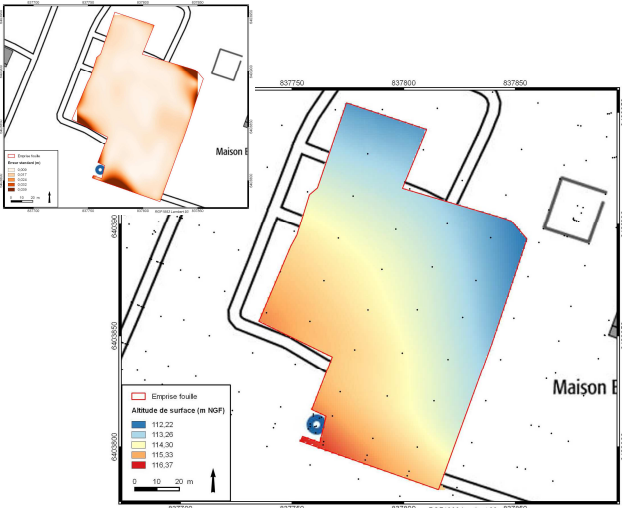


● Structures fossoyées
Néolithique moyen et
Bronze moyen à final

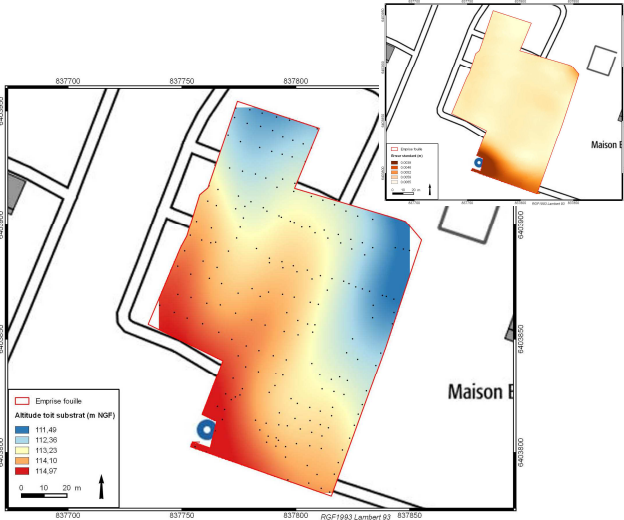
Dynamique sédimentaire – Taphonomie des vestiges

UNE METHODE REPRODUCTIBLE

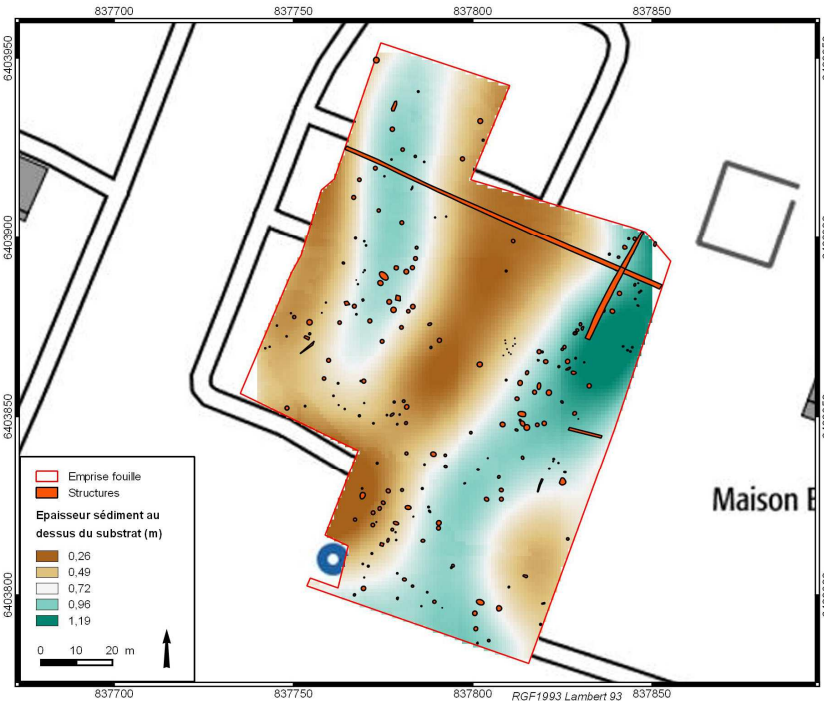
Baix – Les Champs (07)



Surface



Substrat

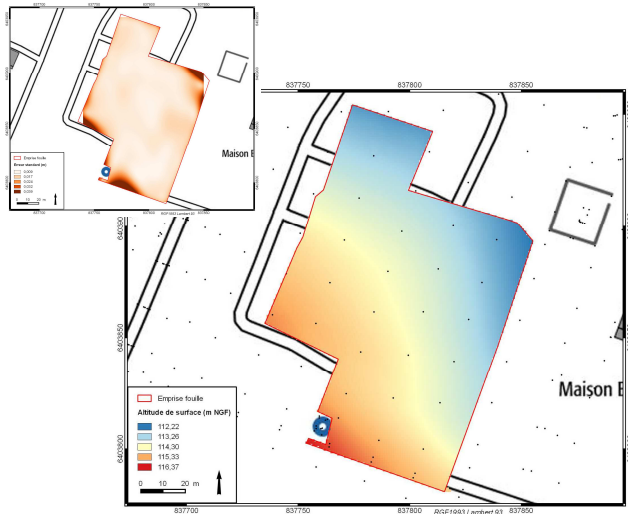


Recouvrement substrat

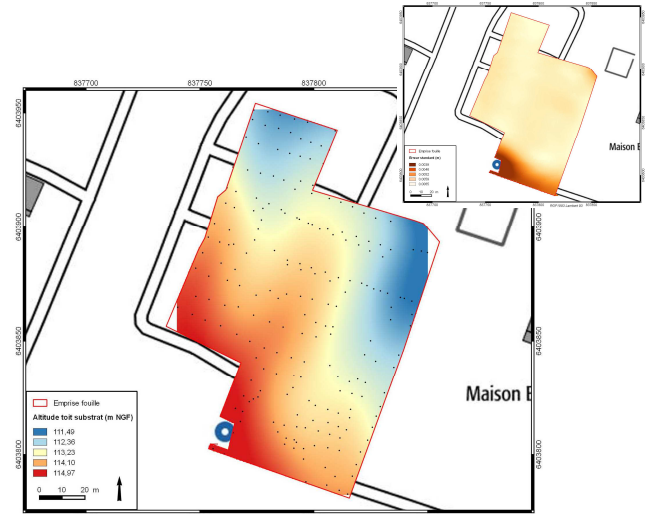
Dynamique sédimentaire – Taphonomie des vestiges

UNE METHODE REPRODUCTIBLE

Baix – Les Champs (07)

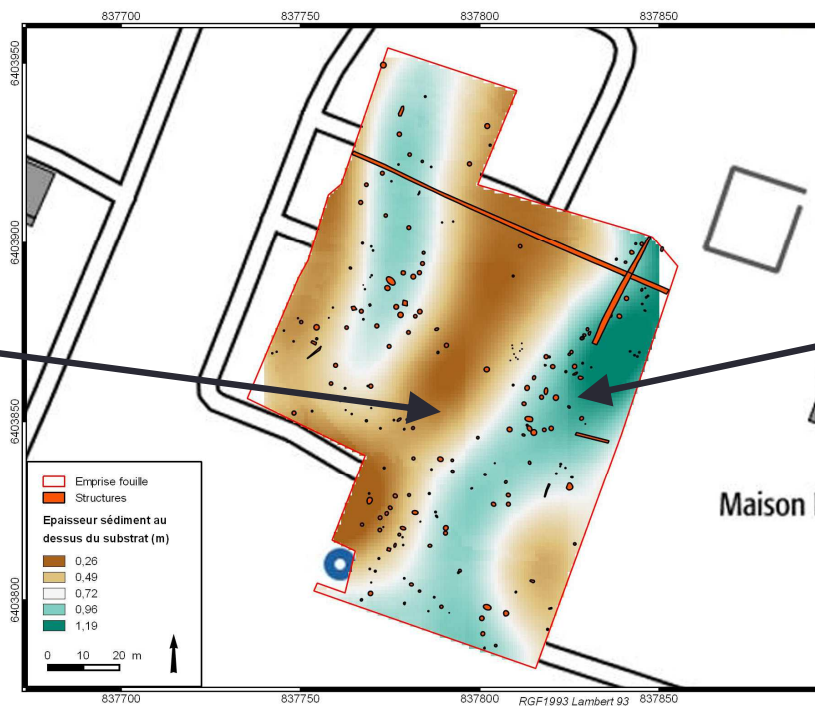


Surface



Substrat

Erosion - troncature



Accumulation –
préservation

Recouvrement substrat

Dynamique sédimentaire – Taphonomie des vestiges

UNE METHODE REPRODUCTIBLE

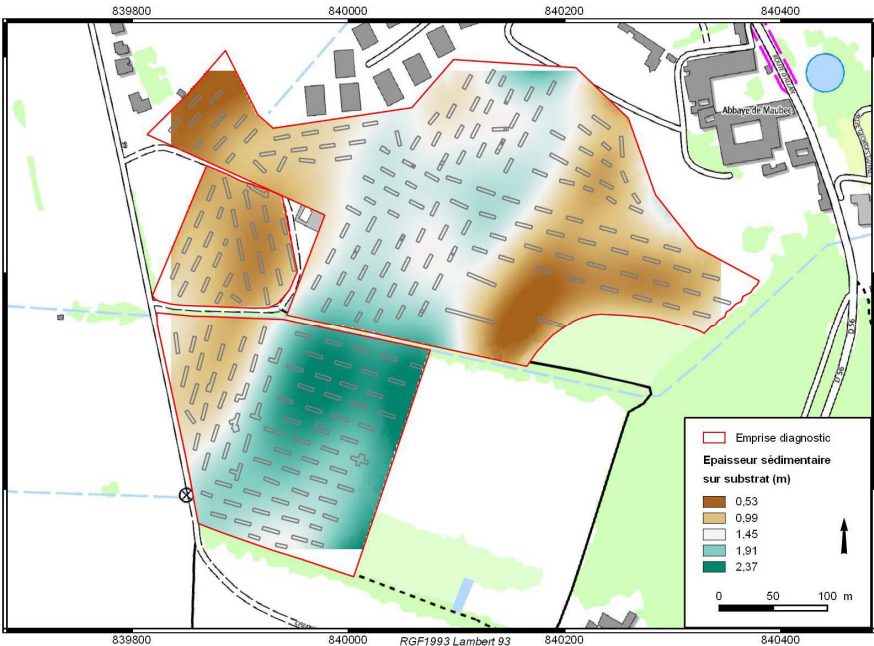
Montélimar – Maubec Tr. 2 (26)



Surface



Substrat



Recouvrement substrat

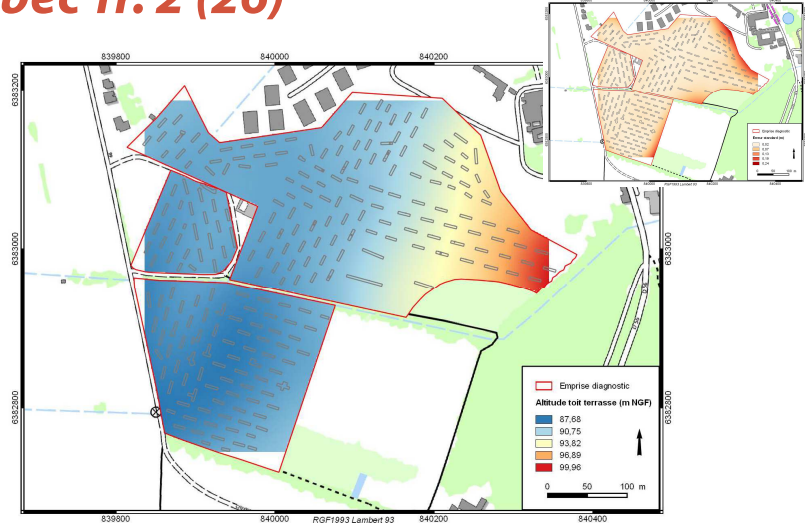
Dynamique sédimentaire – Taphonomie des vestiges

UNE METHODE REPRODUCTIBLE

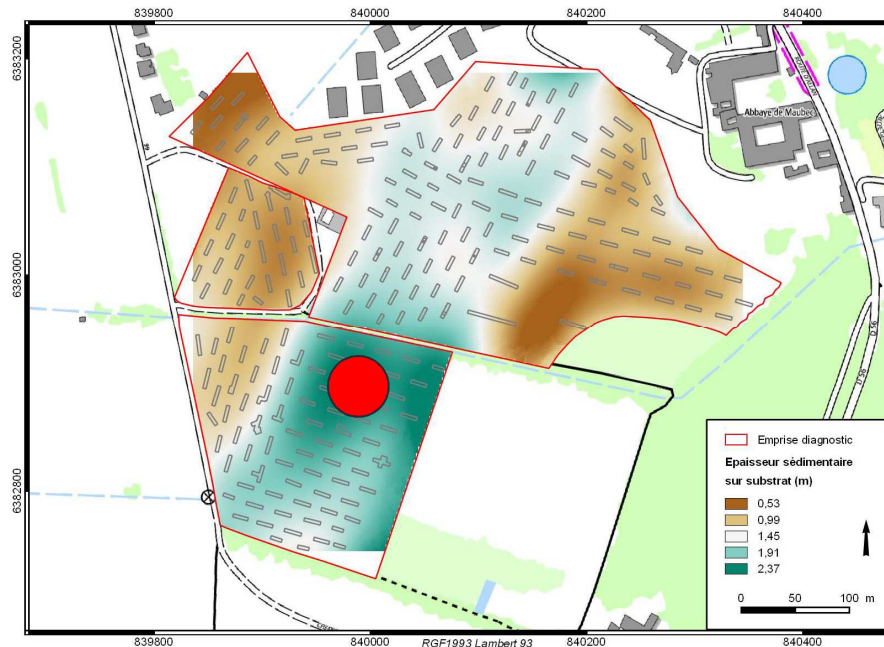
Montélimar – Maubec Tr. 2 (26)



Surface



Substrat



Recouvrement substrat

● Structures fossoyées
Bronze moyen à final
et 2e âge du Fer

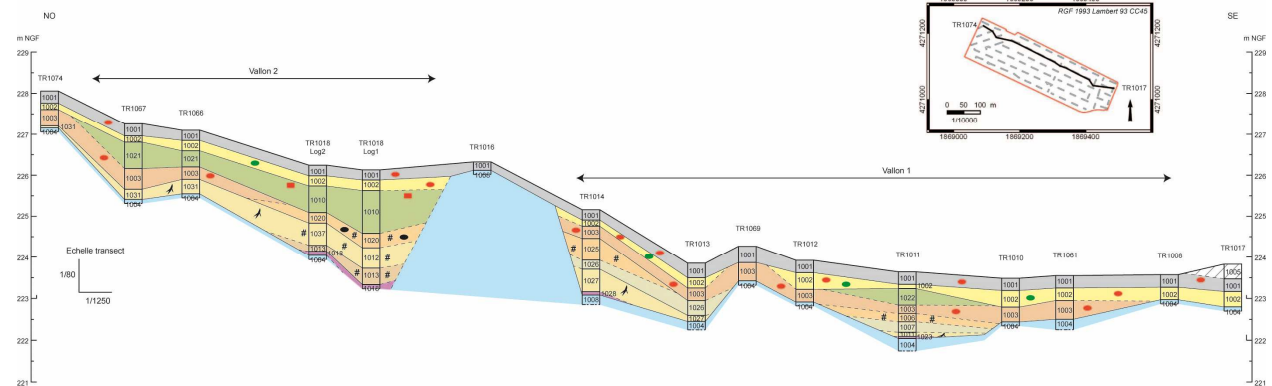
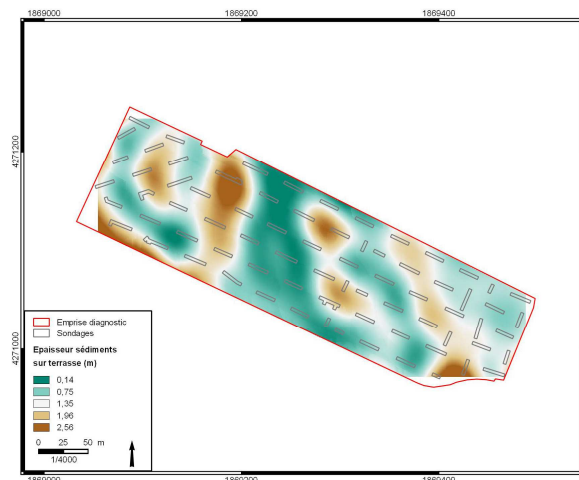
CONCLUSIONS

Retour d'expérience positif de l'application de cette méthode reproductible sur plus d'une soixantaine d'opérations

Méthode présentant ses limites sur les opérations de linéaires étroits

Peut aider à la calibration des moyens pour les phases de fouille (estimation rapide des volumes déblayés)

Permet une spatialisation fiable de l'information sédimentaire, mais est indissociable d'approches plus classiques (coupes, transects...)

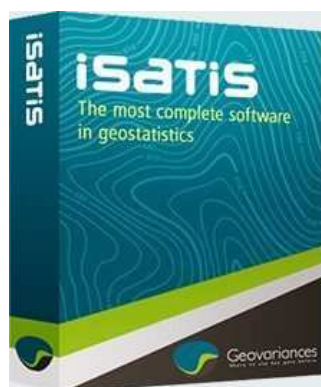


Vaulx-Milieu – ZAC St Bonnet (38)

Payants



Extension 3D Analyst



surfer[®] 12
Powerful Contouring, Gridding & 3D Surface Mapping



Gratuits



SAGA
System for Automated Geoscientific Analyses



QUANTUM GIS

