

Service cantonal de l'énergie (SCANE)
Services industriels de Genève (SIG)

EVALUATION DU POTENTIEL GEOtherMIQUE DU CANTON DE GENEVE - PGG

Volume 2 - Annexes

Elaboré par le **GROUPE DE TRAVAIL PGG** :



GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.(GADZ), pilote
Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN)
Jules Wilhelm, Ingénieur conseil

Octobre 2011

Historique

version 1	14.1.2011	Version provisoire de relecture générale
version 2	12.8.2011	Version pré-finale pour dernier contrôle
Version 3	31.10.2011	Version finale

Impressum

Date : octobre 2011

Dossier GADZ : Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève - PGG

N° dossier GADZ : 5357.3

N° rapport GADZ : 5357/1

Réalisation : groupe de travail PGG

Financement : Etat de Genève - Service cantonal de l'énergie - ScanE
 SIG - Services industriels de Genève

Adresses et coordonnées :

Géotechnique appliquée Dériaz SA (GADZ)
Bureau et laboratoire : 9, chemin des Vignes, 1213 Petit-Lancy / Genève
Agence Le Mont : 22, route du Grand-Mont, 1052 Le Mont/Lausanne

Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN)
Univ. de Neuchâtel
Rue Emile-Argand 11
CH - 2000 Neuchâtel

Jules Wilhelm, Ingénieur conseil
26, ch. du Fau-Blanc
CH – 1009 Pully

Citation :

Groupe de travail PGG, 2011. Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève (PGG).
Vol.1 : Rapport final, Vol.2 : Annexes, GADZ 5753/1, Genève.

Table des matières

Chapitre 4 : Statistiques de sols genevois – détails	5
Graphiques de la fréquence relative des conductivités, capacités calorifiques, humidité et masse volumique sèche des différents faciès des sols genevois	
Chapitre 4 : Statistiques de sols genevois – synthèse	27
Graphiques comparatifs pour les densités, les capacités calorifiques, le contenu en eau et les conductivités thermiques	
Chapitre 5 : Cartes de conductivité thermique et capacité calorifique	33
Chapitre 5 : Epaisseur modélisée des principales couches quaternaires.....	45
Chapitre 6 : Géostrutures énergétiques – cartes	51
Chapitre 7 : Paramètres des nappes, puissance et énergie disponible	57
Calcul du potentiel géothermique des nappes	
Chapitre 9 : Coupes géologiques profondes	77

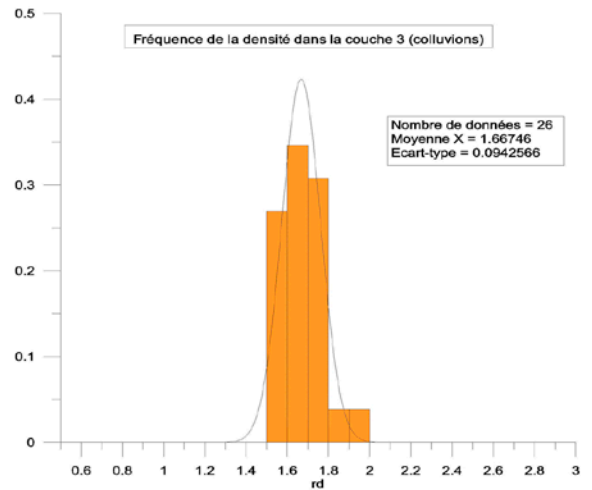
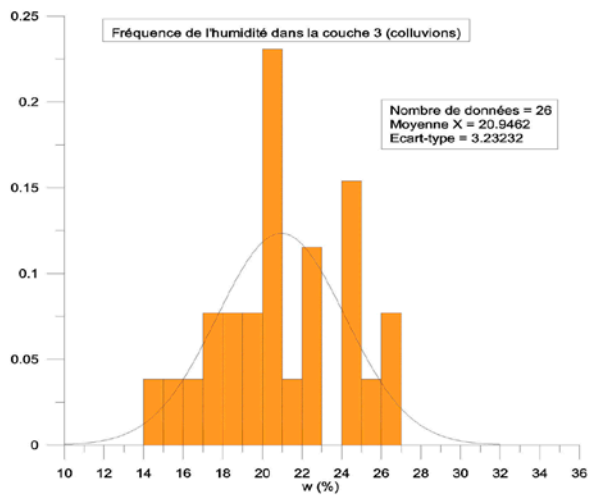
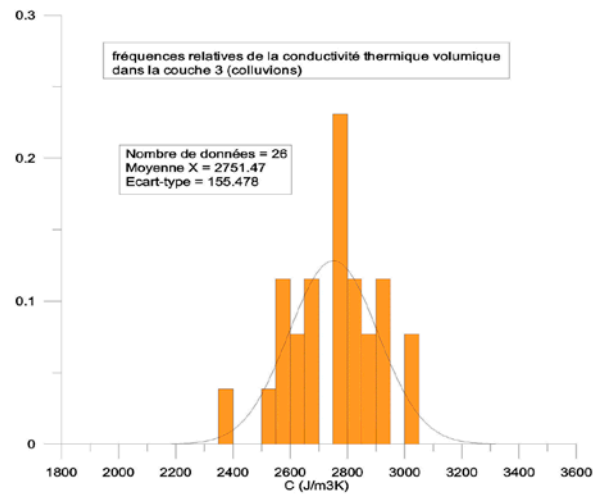
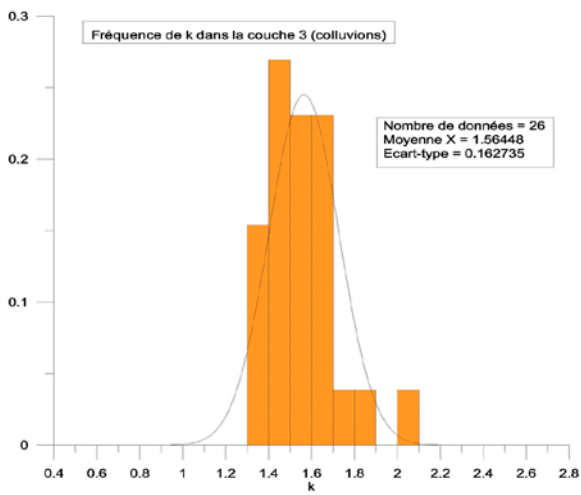
ANNEXE CHAPITRE 4 :

STATISTIQUES DES SOLS GENEVOIS - DETAILS

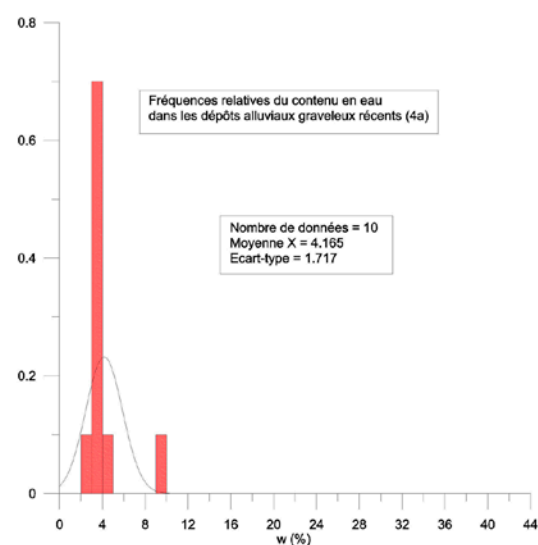
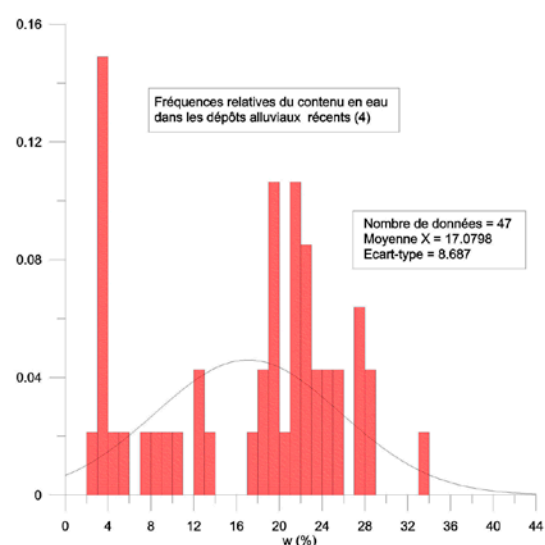
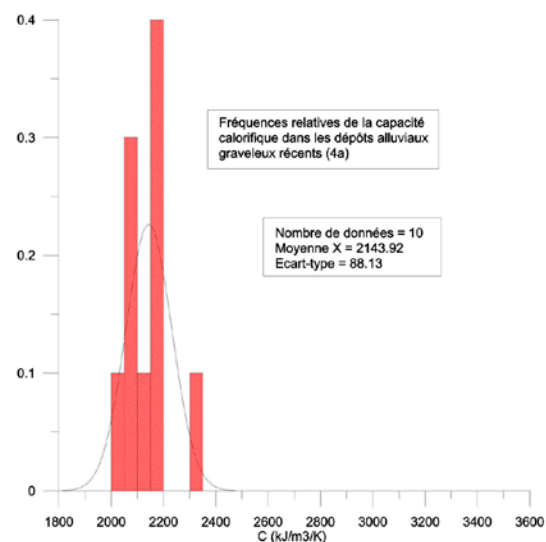
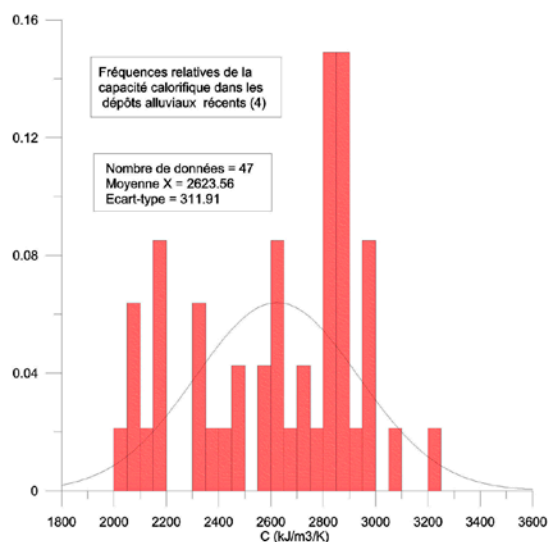
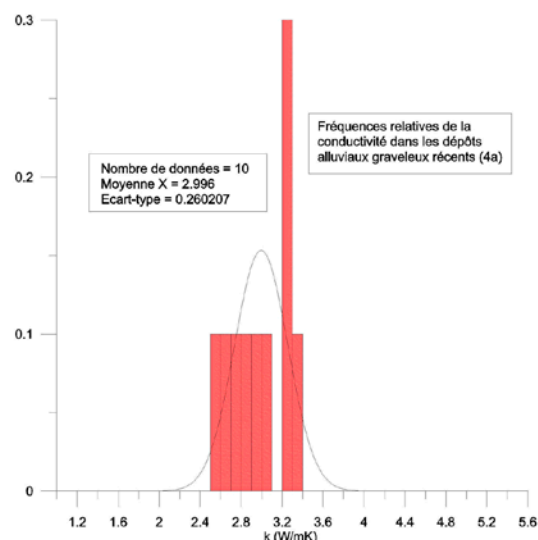
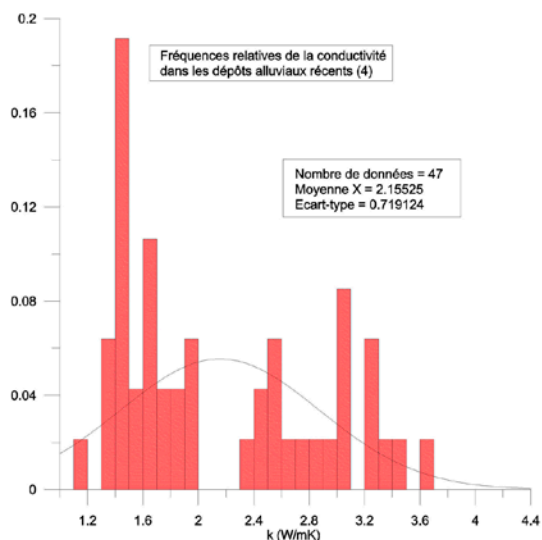
Graphiques de la fréquence relative des conductivités, capacités calorifique, humidité et masse volumique sèche des différents faciès des sols genevois.

(Source : base de données GADZ)

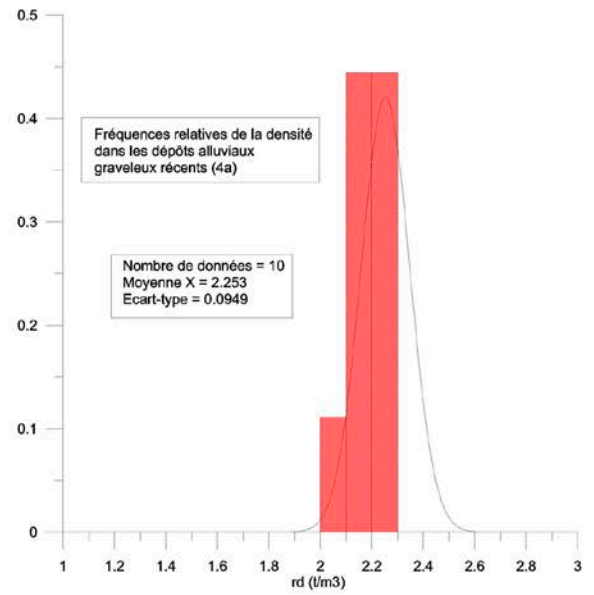
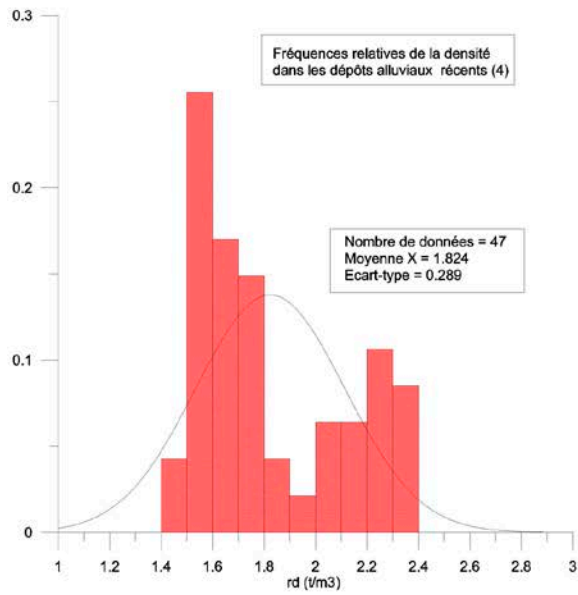
Fréquences relatives de la conductivité, capacité calorifique, humidité et masse volumique sèche **dans les terrains récents de ruissellement (3)**



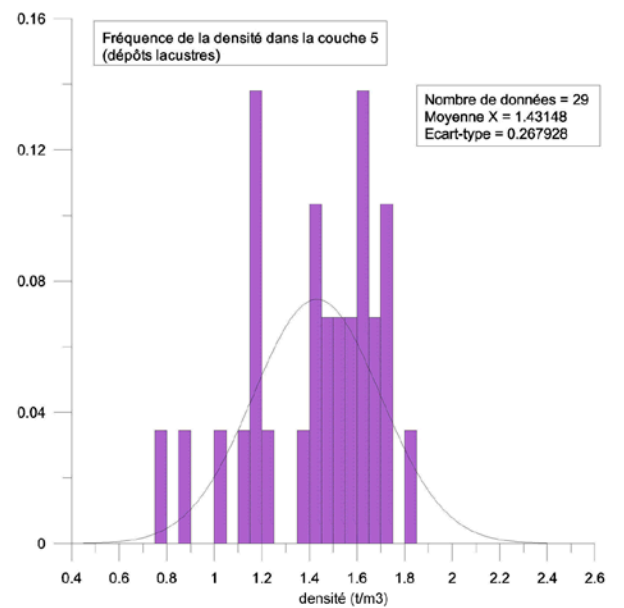
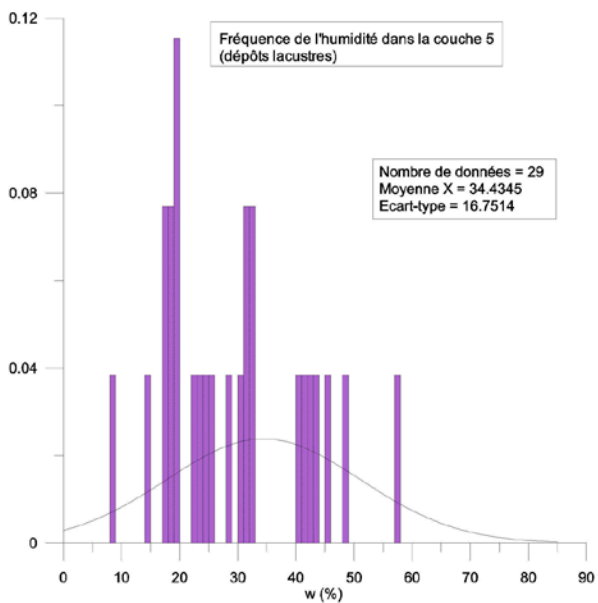
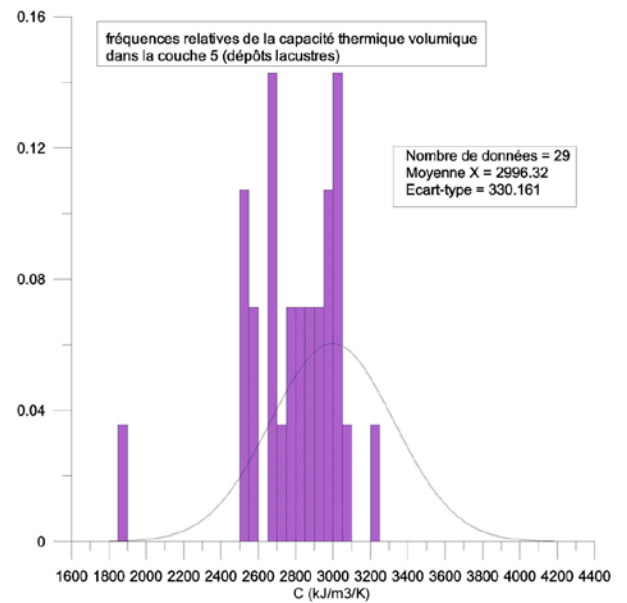
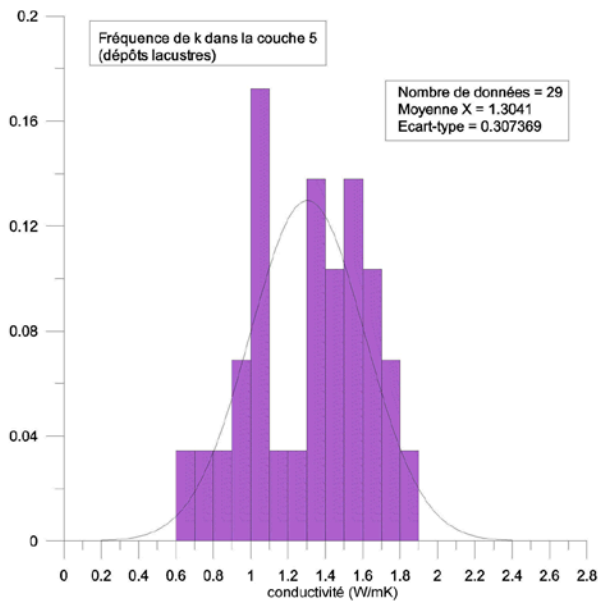
Fréquences relatives de la conductivité, capacité calorifique, et humidité **dans les dépôts alluviaux récents (4) et les alluvions récentes graveleuses (4a)**



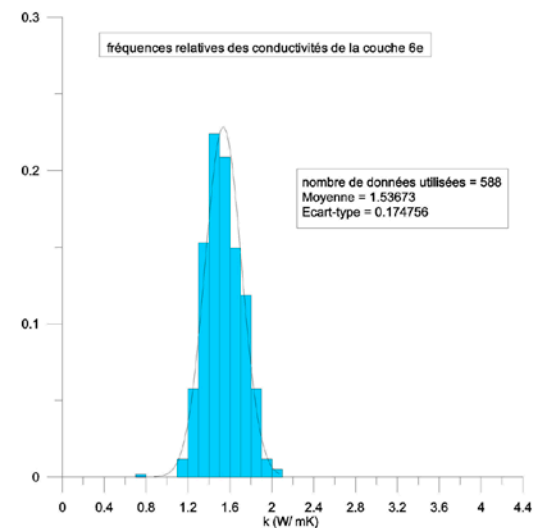
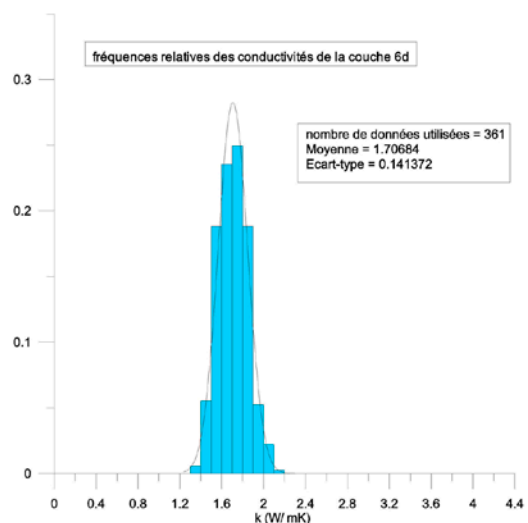
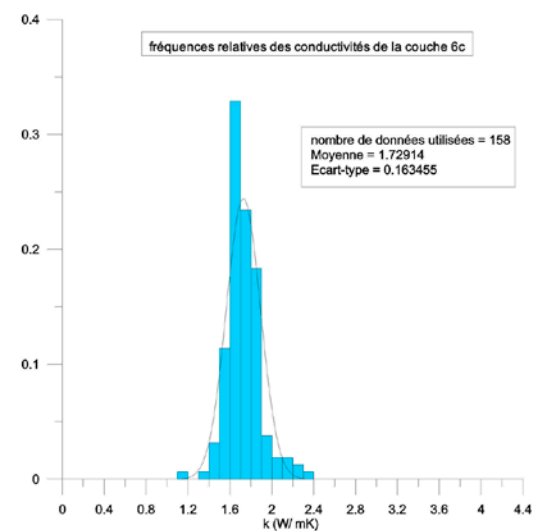
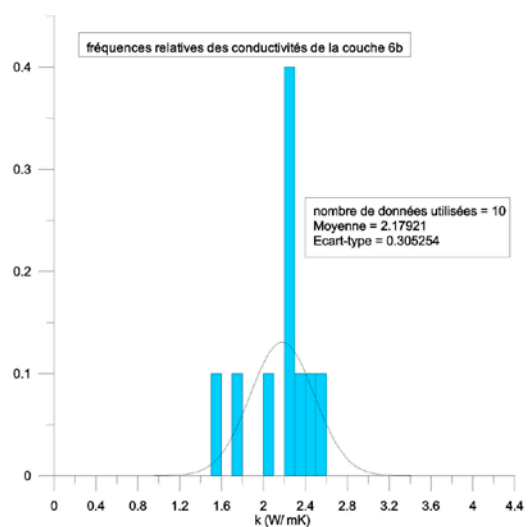
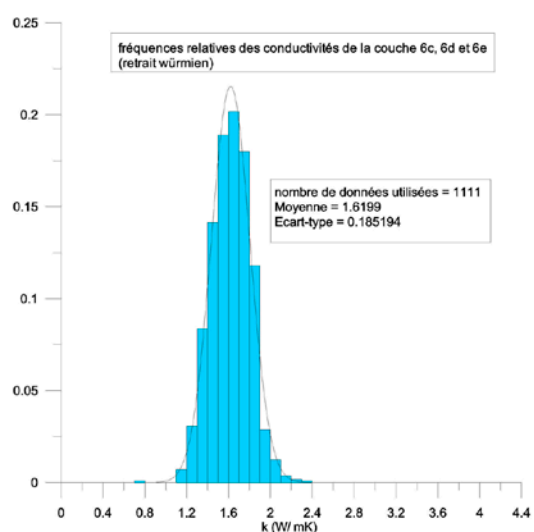
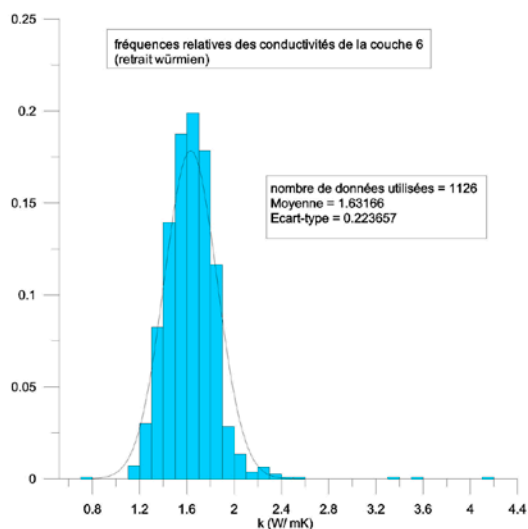
Fréquences relatives de la masse volumique sèche dans les dépôts alluviaux récents (4) et les alluvions récentes graveleuses (4a)



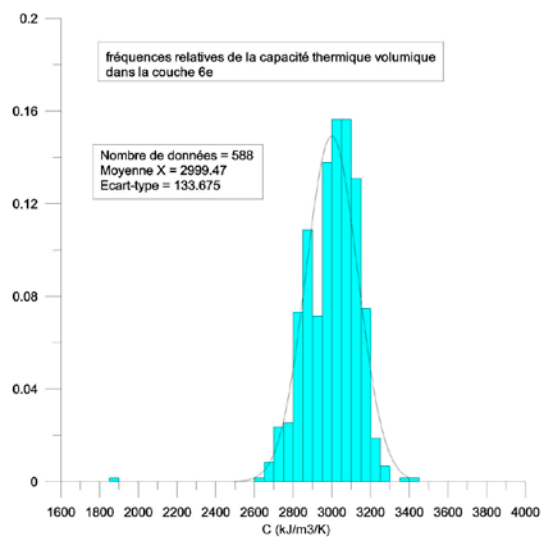
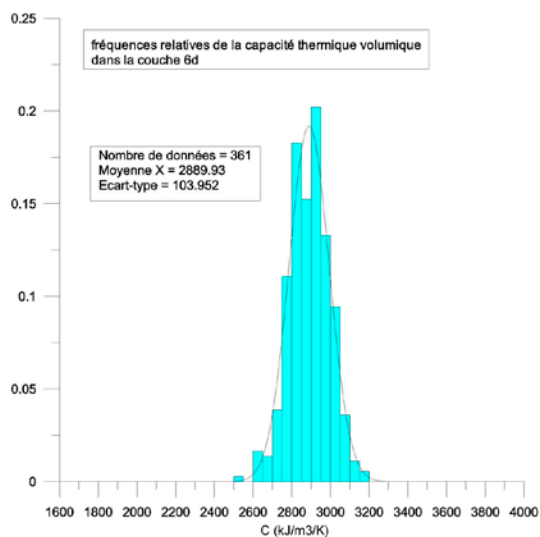
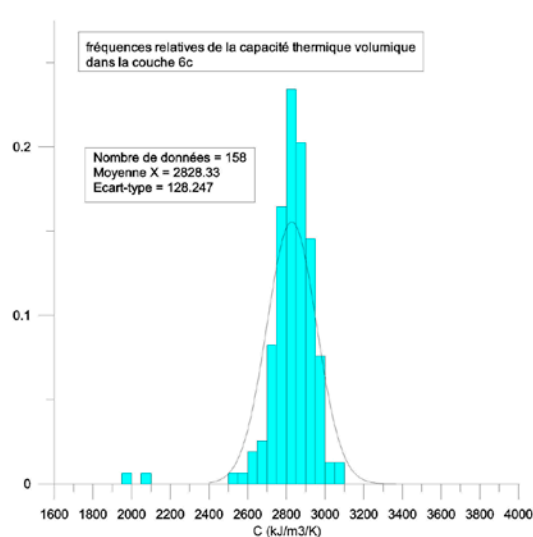
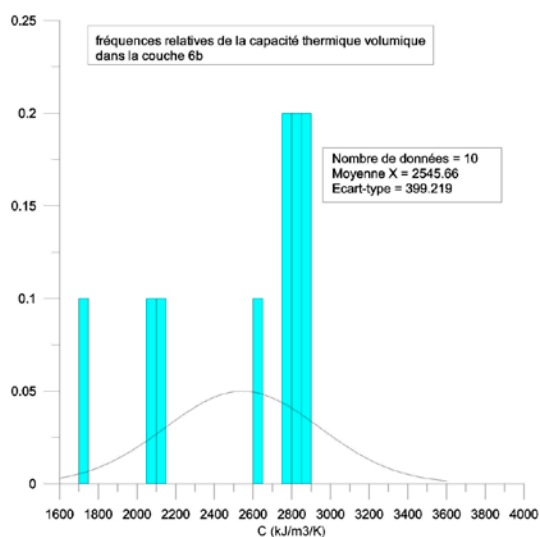
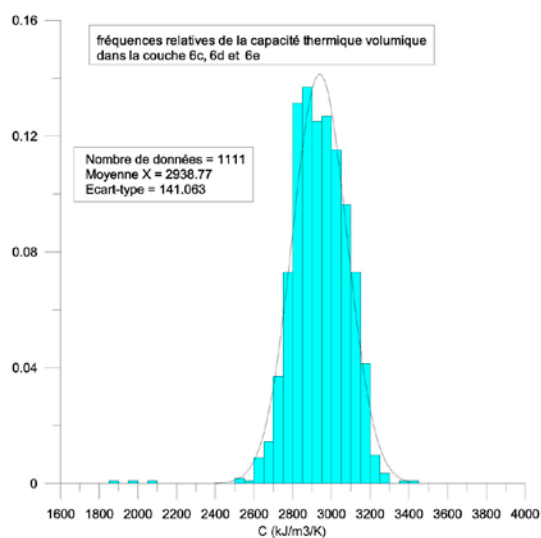
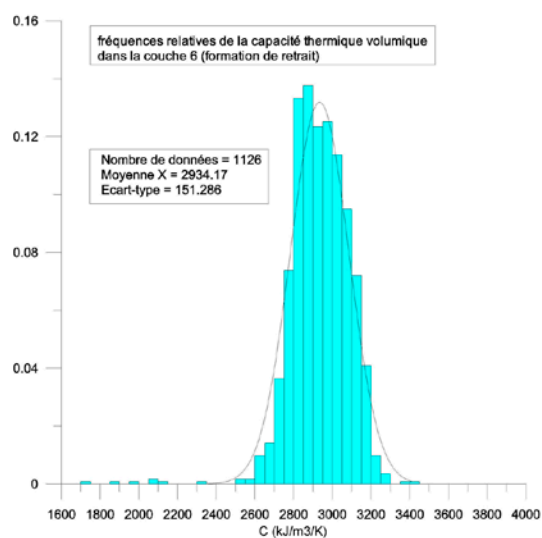
Fréquences relatives de la conductivité (en W/mK), capacité calorifique (kJ/m³/K), humidité (%) et masse volumique sèche (t/m³) dans les dépôts lacustres (5)



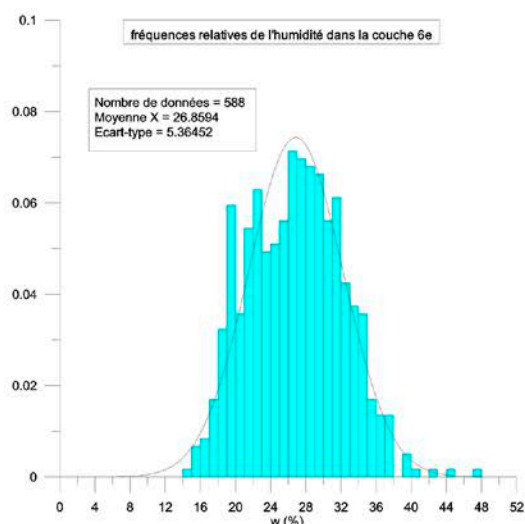
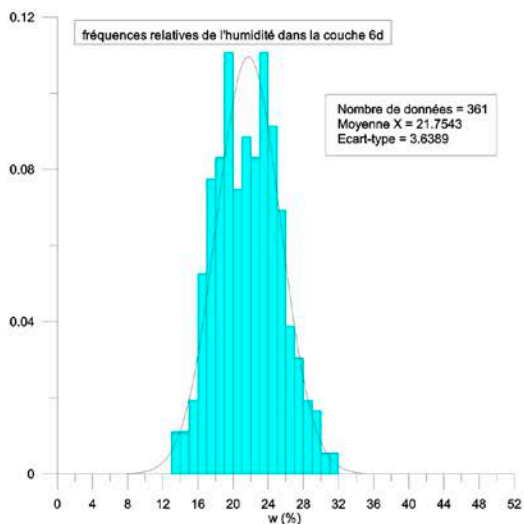
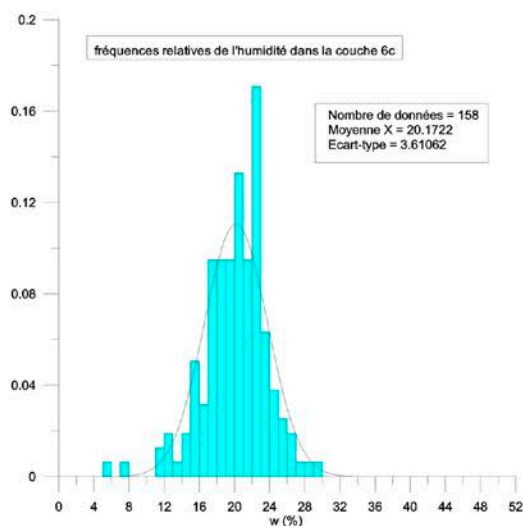
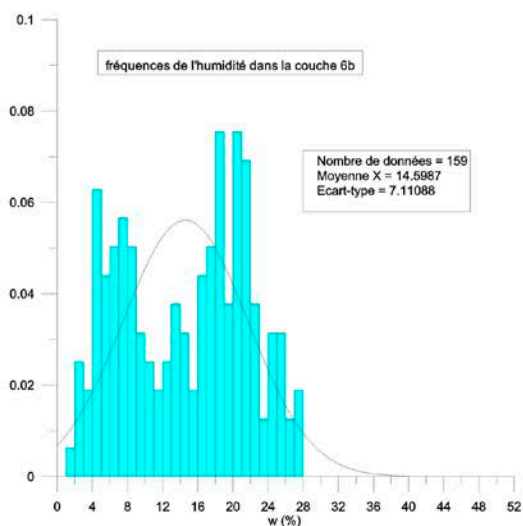
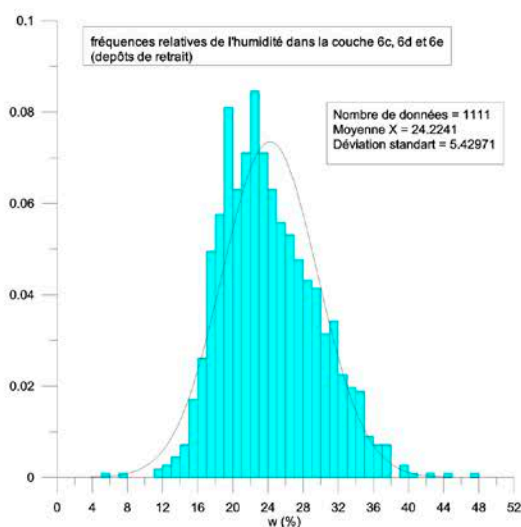
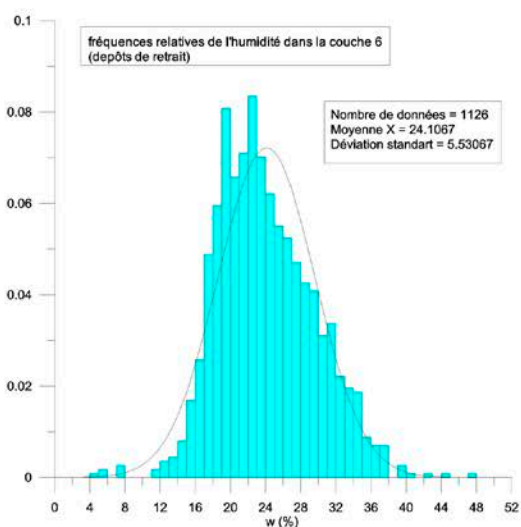
Fréquences relatives de la conductivité (en W/mK) dans les différents faciès des dépôts de retrait würmiens : tous (6), retrait à tendance argileuse (6c, 6d et 6e), retrait sableux (6b), limoneux (6c), limono-argileux (6d) et argileux (6e)



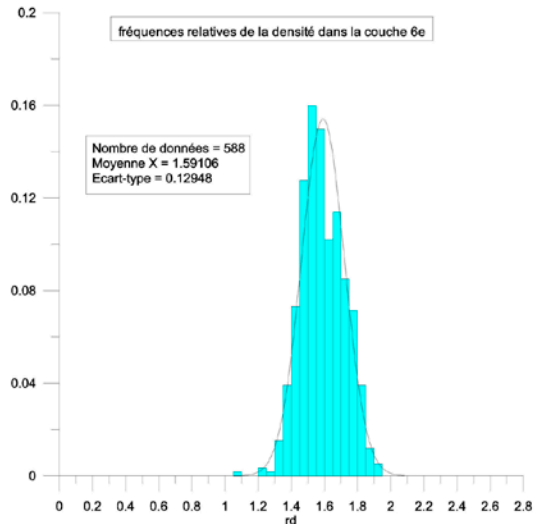
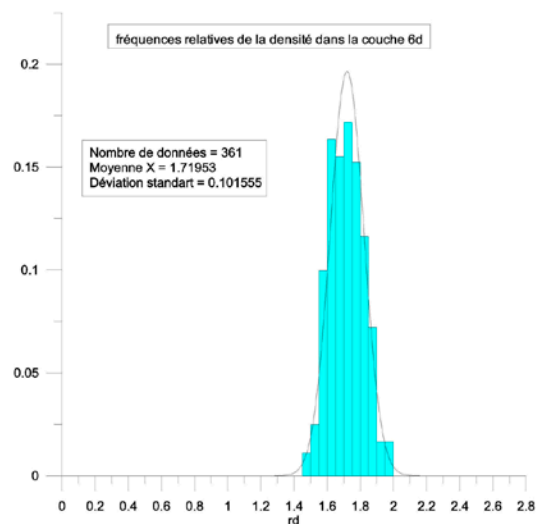
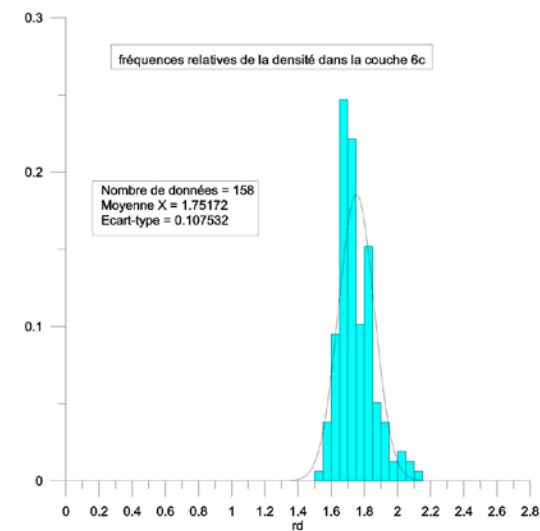
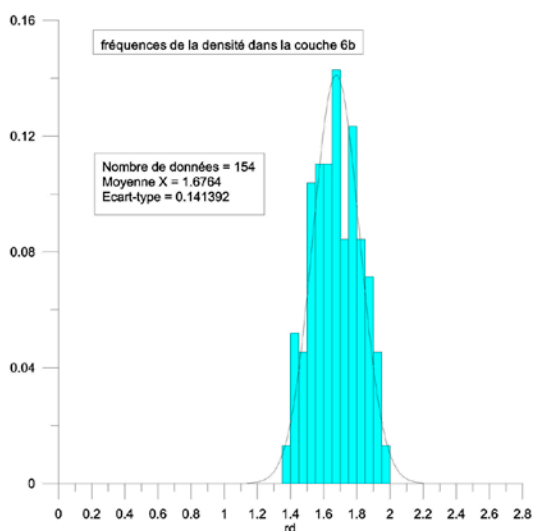
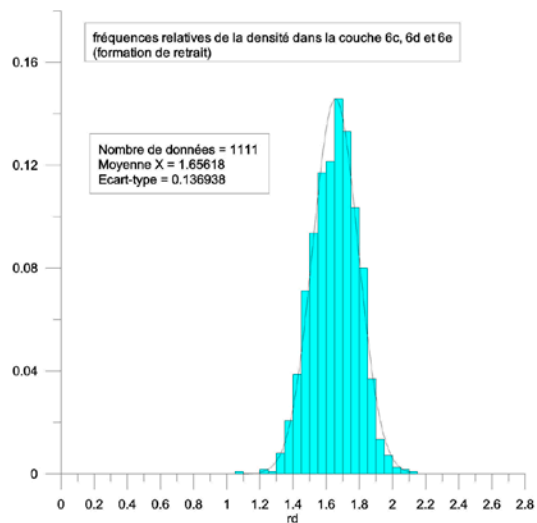
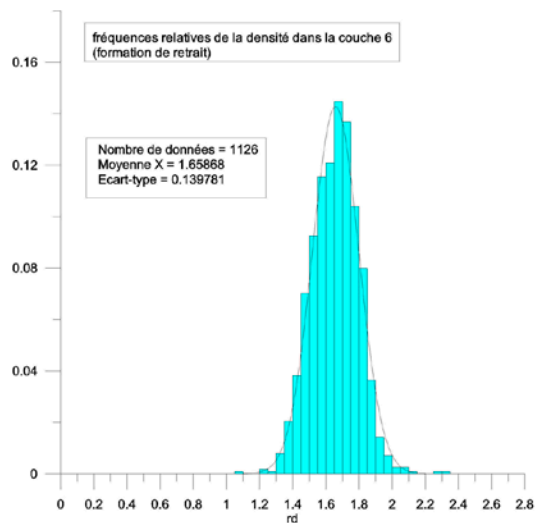
Fréquences relatives de la capacité calorifique volumique (en $\text{kJ/m}^3/\text{K}$) dans les différents faciès des dépôts de retrait würmiens : tous (6), retrait à tendance argileuse (6c, 6d et 6e), retrait sableux (6b), limoneux (6c), limono-argileux (6d) et argileux (6e)



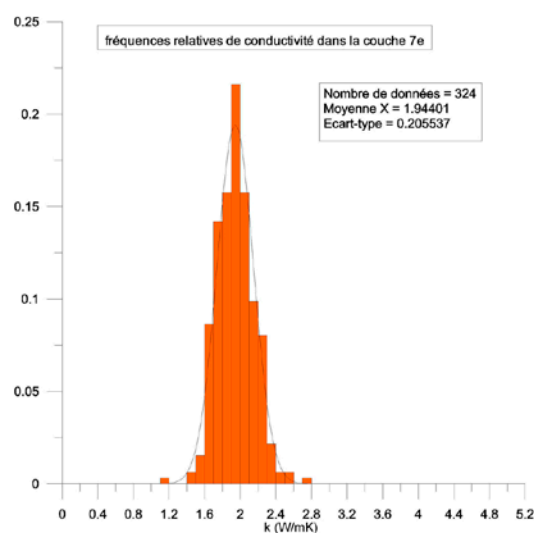
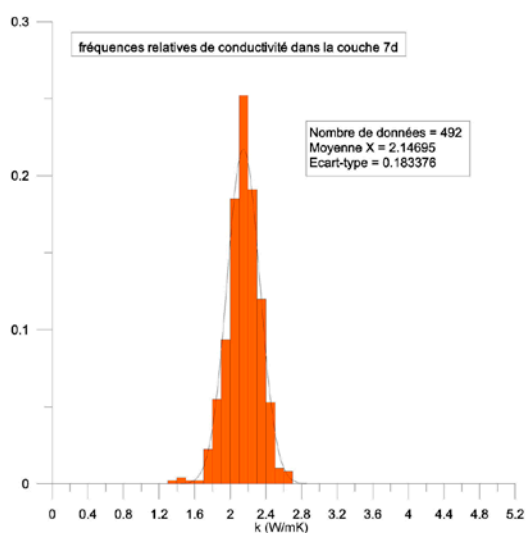
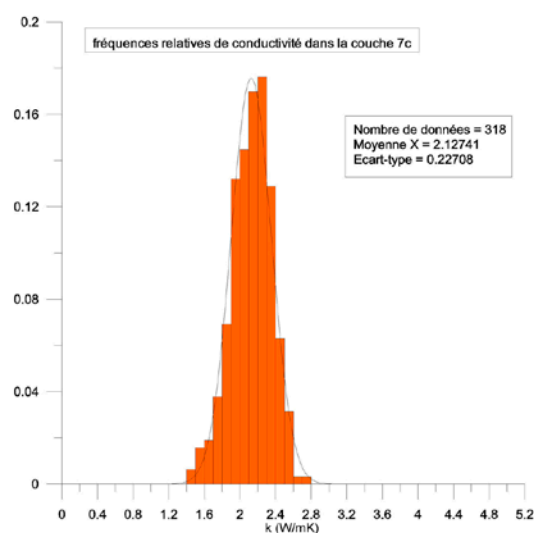
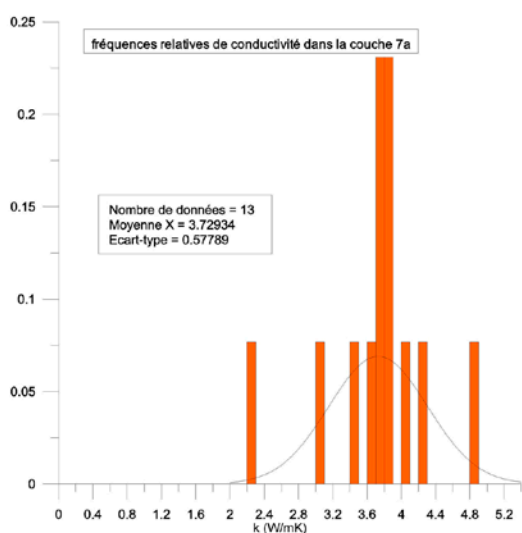
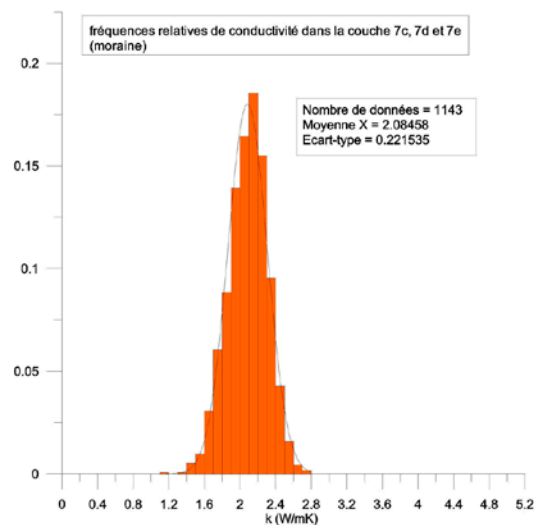
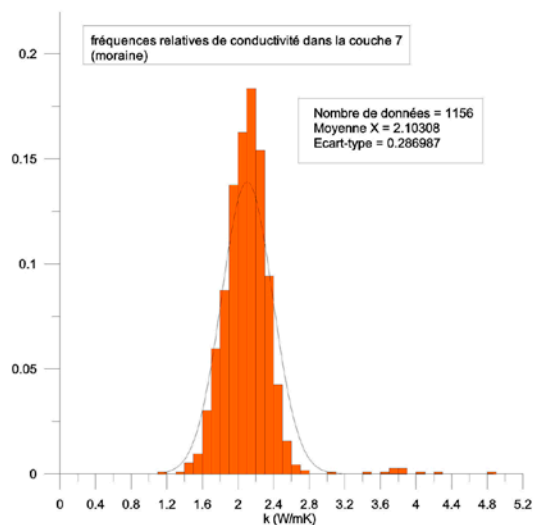
Fréquences relatives **du contenu en eau (en %)** des différents faciès des dépôts de retrait würmiens : tous (6), retrait à tendance argileuse (6c, 6d et 6e), retrait sableux (6b), limoneux (6c), limono-argileux (6d) et argileux (6e)



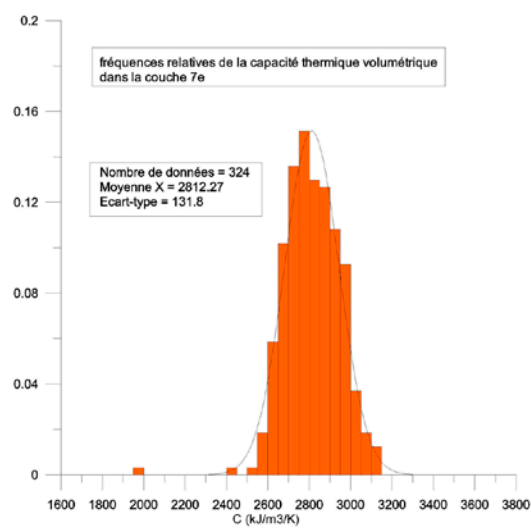
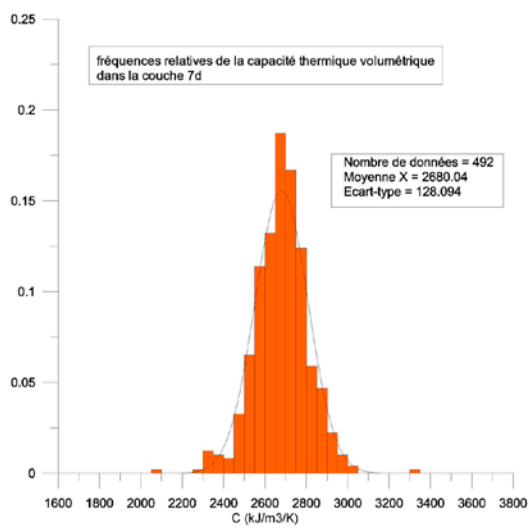
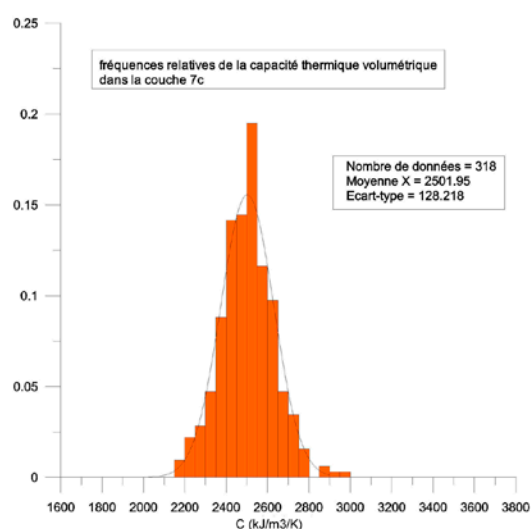
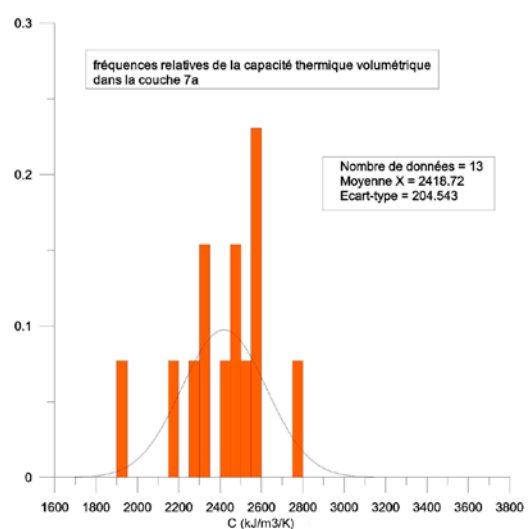
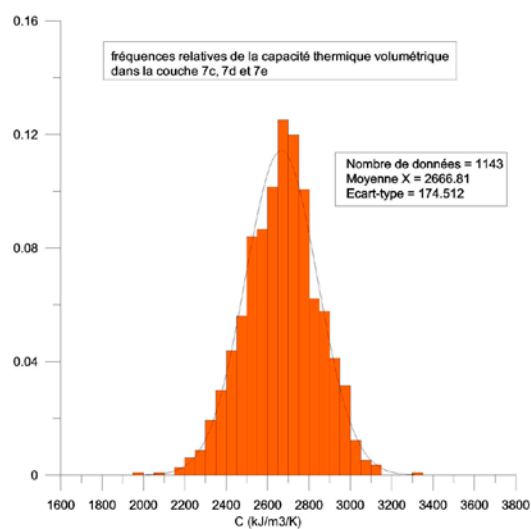
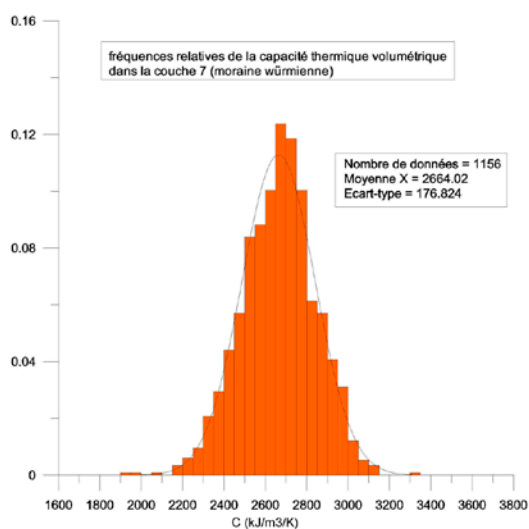
Fréquences relatives de la masse volumique sèche (en t/m³) des différents faciès des dépôts de retrait würmiens : tous (6), retrait à tendance argileuse (6c, 6d et 6e), retrait sableux (6b), limoneux (6c), limono-argileux (6d) et argileux (6e)



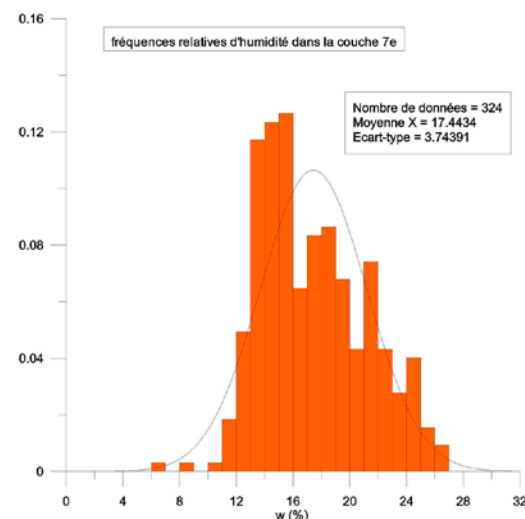
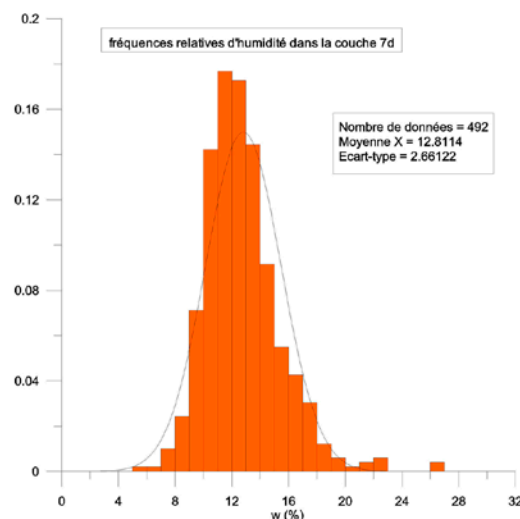
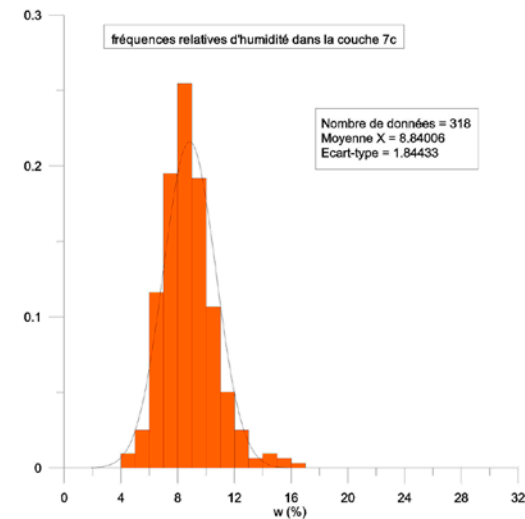
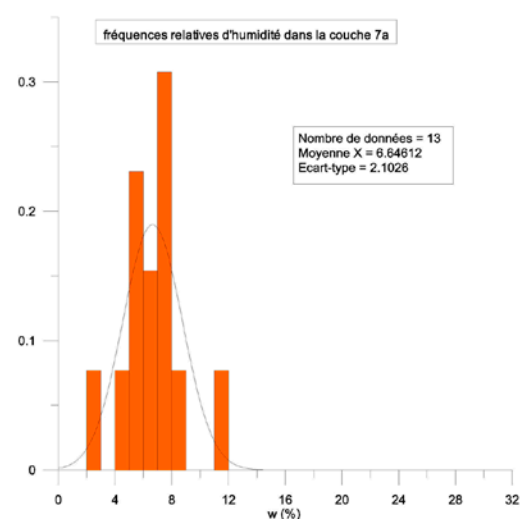
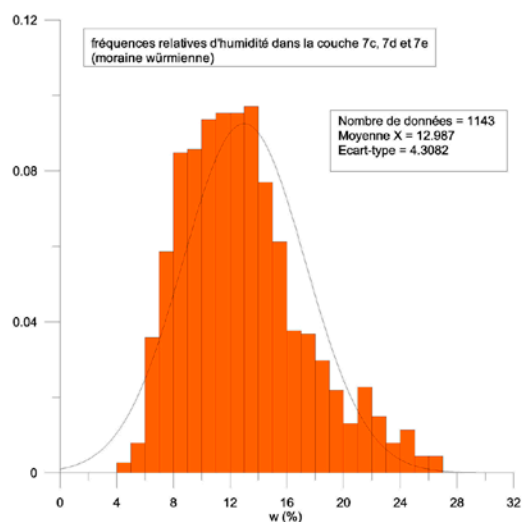
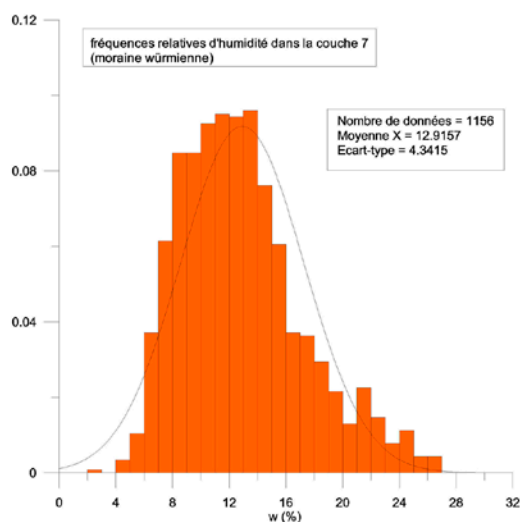
Fréquences relatives de la masse volumique sèche (en t/m³) des différents faciès de la moraine würmienne : tous (7), moraine à matrice à tendance argileuse (7c, 7d et 7e), moraine sableuse (7b), limoneuse (7c), limono-argileuse (7d) et argileuse (7e)



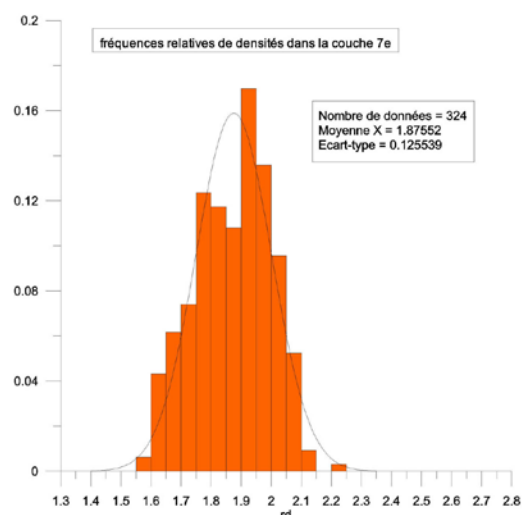
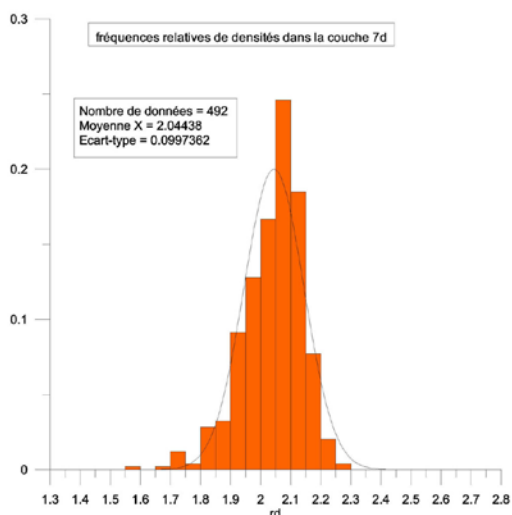
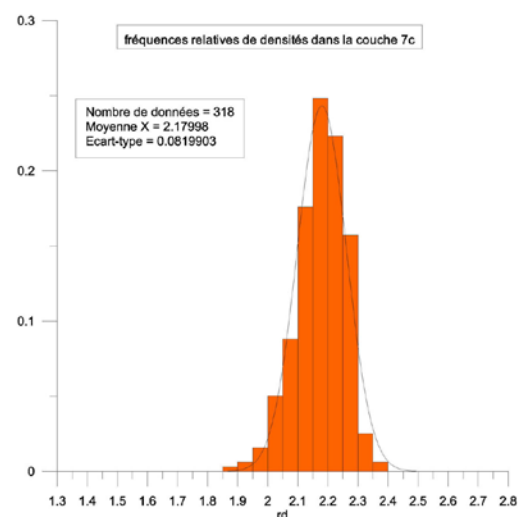
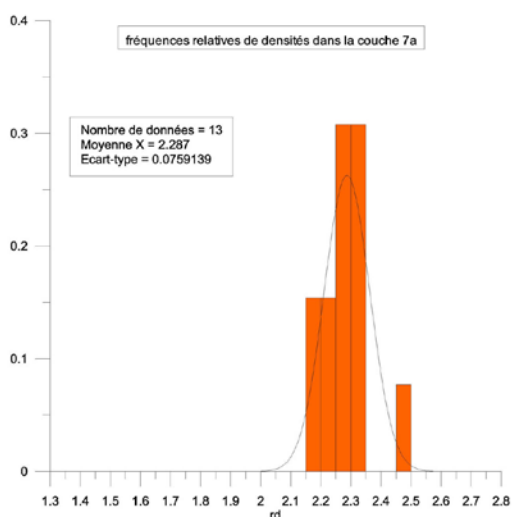
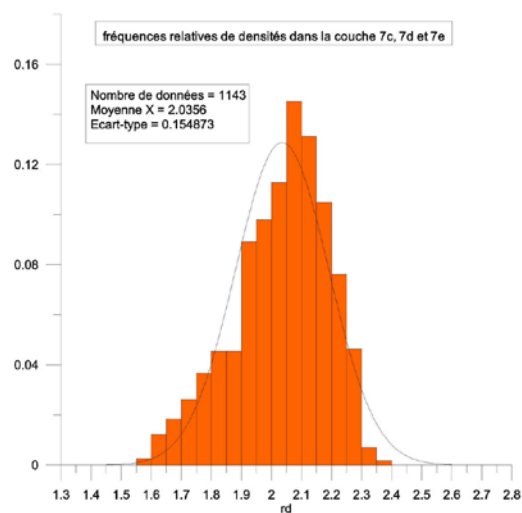
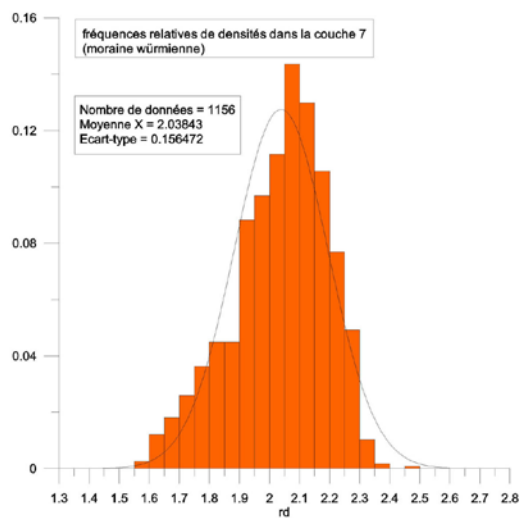
Fréquences relatives de la **capacité calorifique volumique (en $\text{kJ/m}^3/\text{K}$)** des différents faciès de la moraine würmienne : tous (7), moraine à matrice à tendance argileuse (7c, 7d et 7e), moraine sableuse (7b), limoneuse (7c), limono-argileuse (7d) et argileuse (7e)



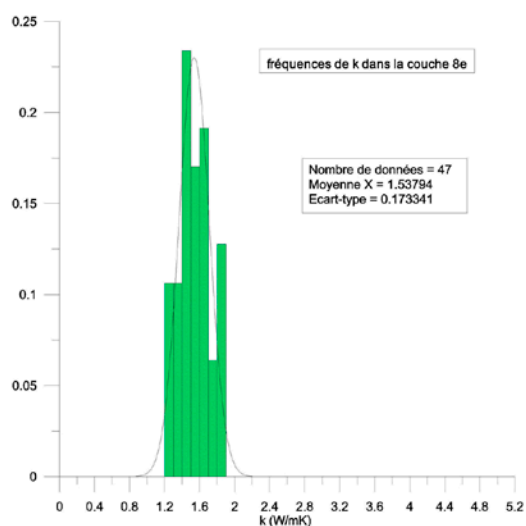
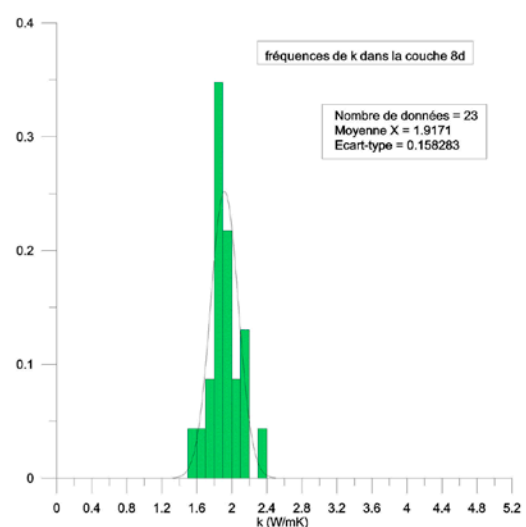
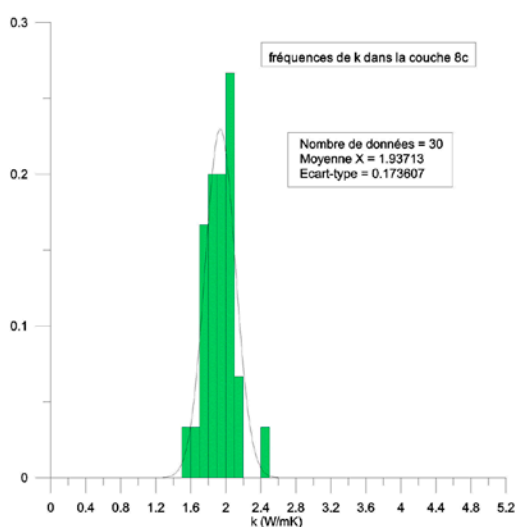
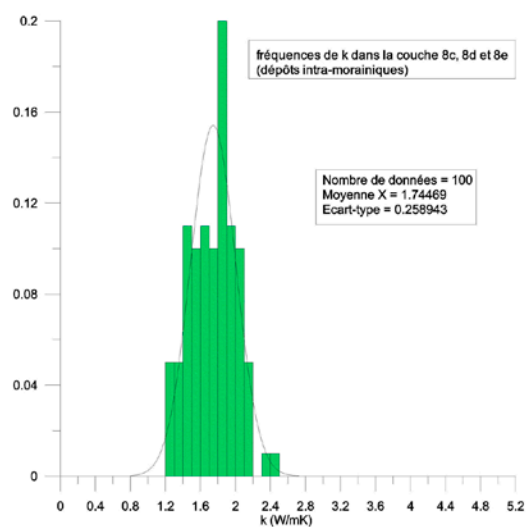
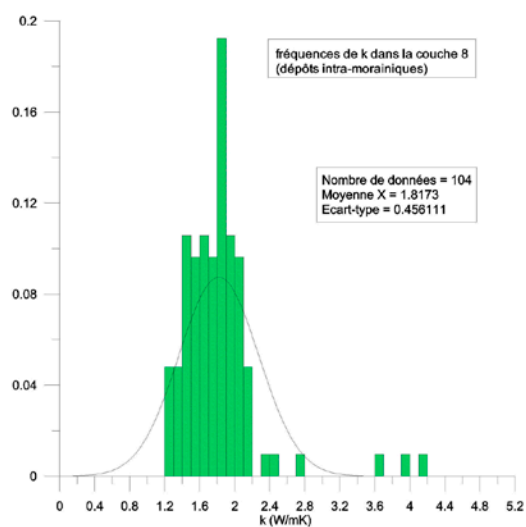
Fréquences relatives **du contenu en eau des différents faciès de la moraine würmienne** : tous (7), moraine à matrice à tendance argileuse (7c, 7d et 7e), moraine sableuse (7b), limoneuse (7c), limono-argileuse (7d) et argileuse (7e)



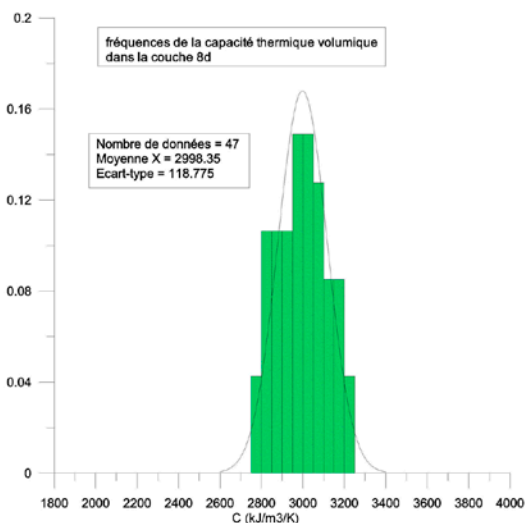
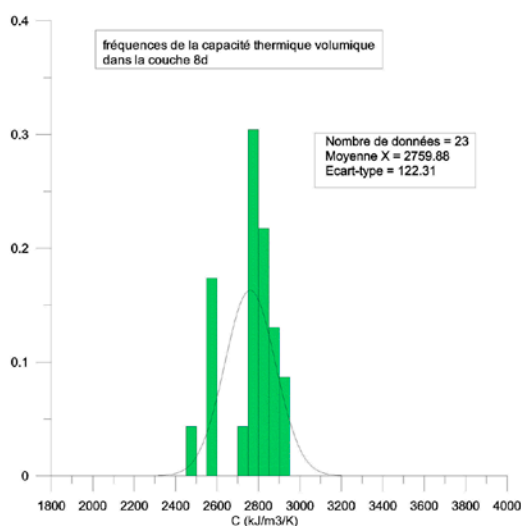
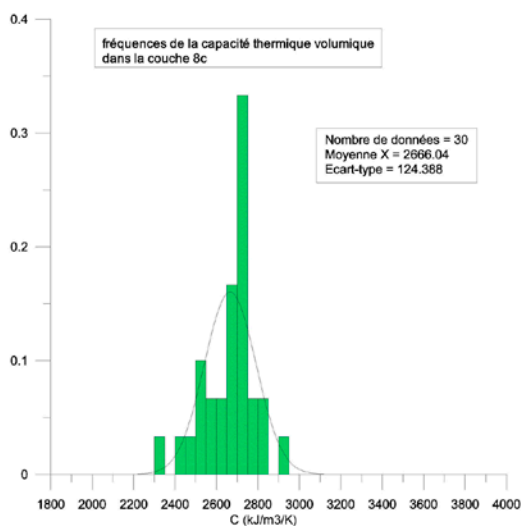
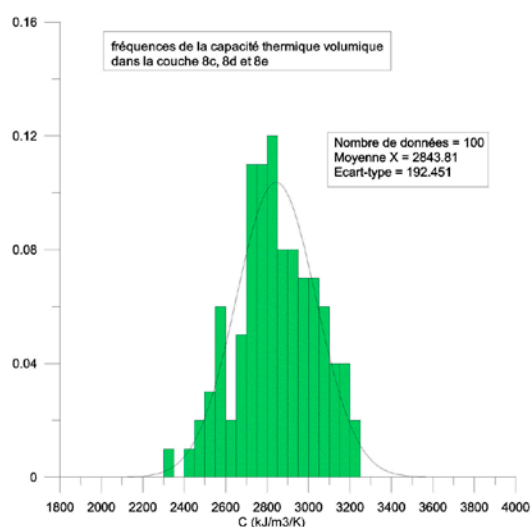
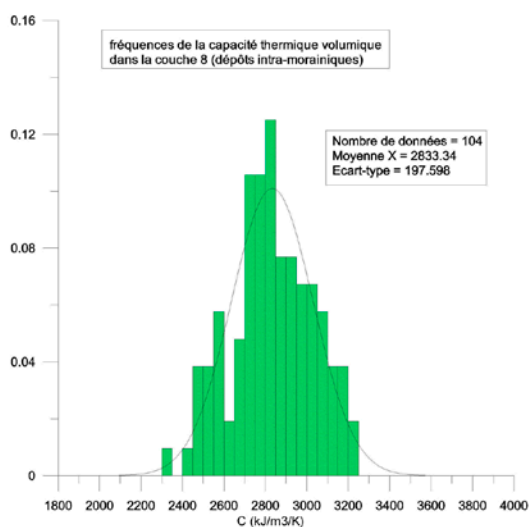
Fréquences relatives de la masse volumique sèche (en t/m^3) des différents faciès de la moraine würmienne : tous (7), moraine à matrice à tendance argileuse (7c, 7d et 7e), moraine sableuse (7b), limoneuse (7c), limono-argileuse (7d) et argileuse (7e)



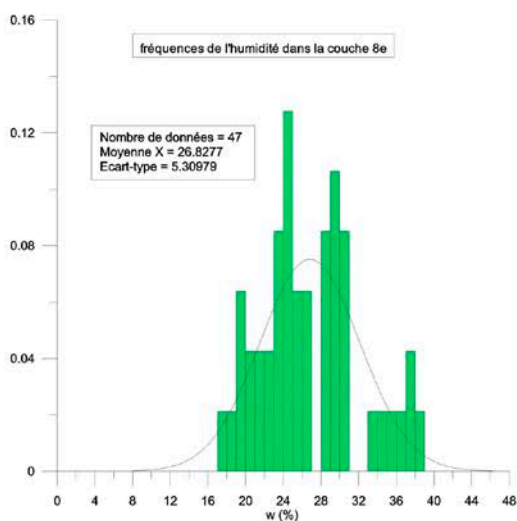
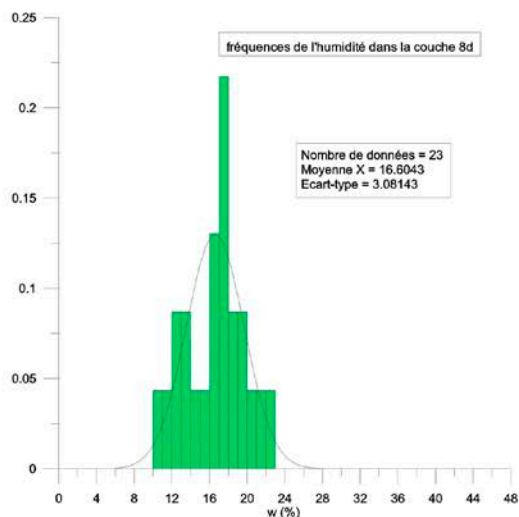
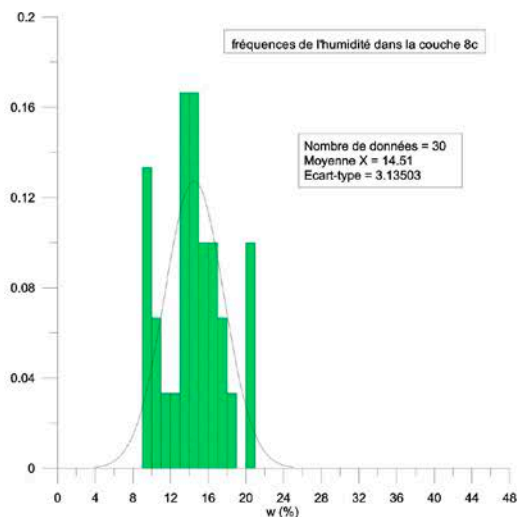
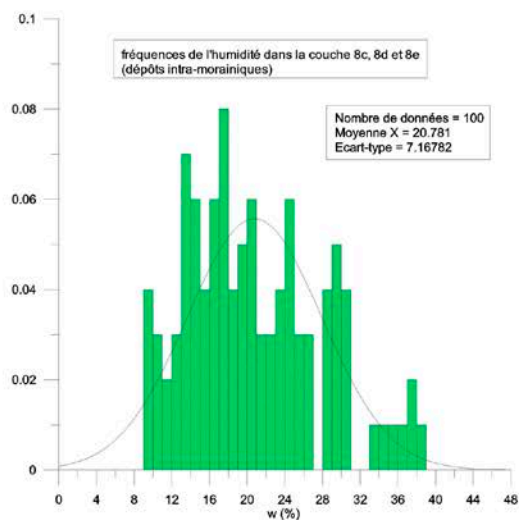
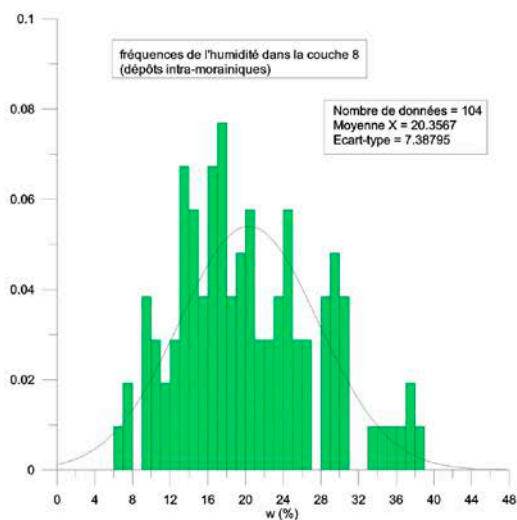
Fréquences relatives de conductivité thermique (W/mK) des différents faciès des dépôts intra - morainiques : tous (8), dépôts à matrice à tendance argileuse (8c, 8d et 8e), dépôts limoneux (8c), limono-argileux (8d) et argileux (8e)



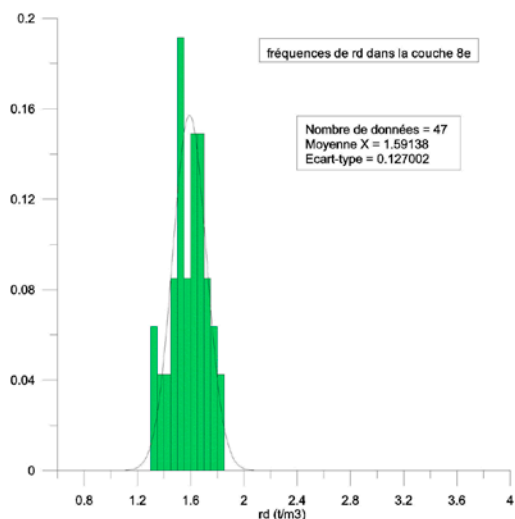
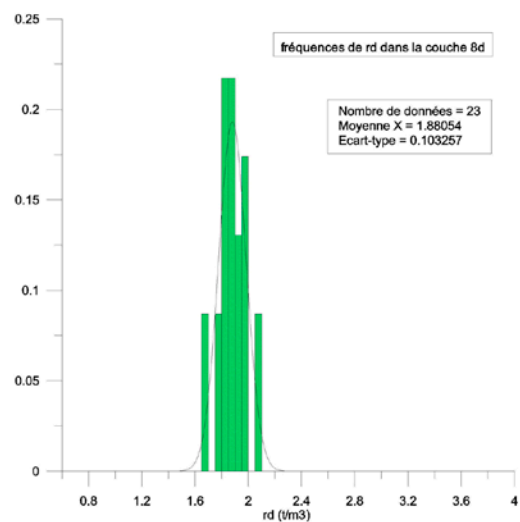
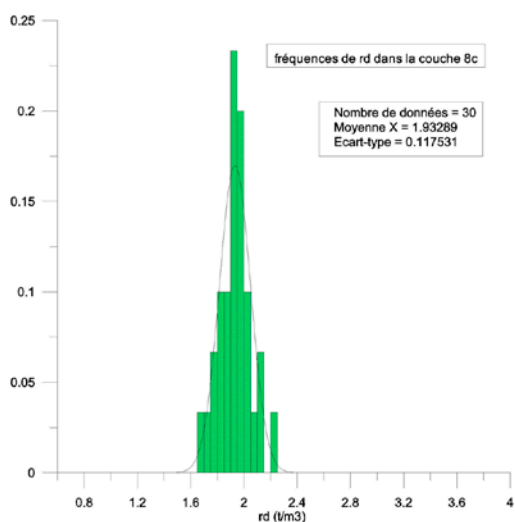
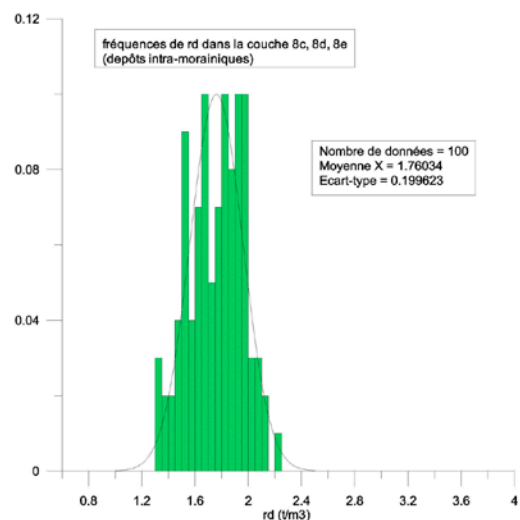
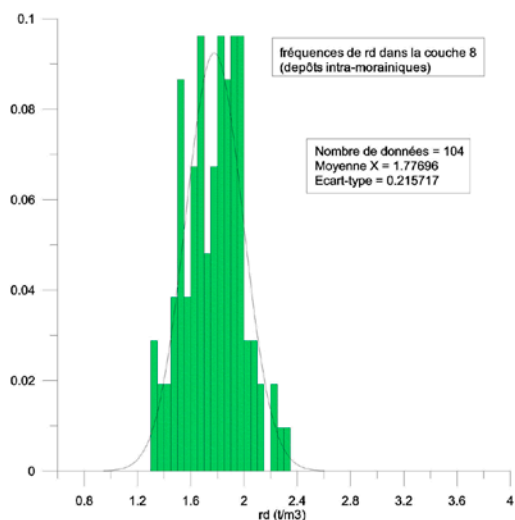
Fréquences relatives de **capacité calorifique volumique (en $\text{kJ/m}^3/\text{K}$)** des différents faciès des dépôts intra - morainiques : tous (8), dépôts à matrice à tendance argileuse (8c, 8d et 8e), dépôts limoneux (8c), limono-argileux (8d) et argileux (8e)



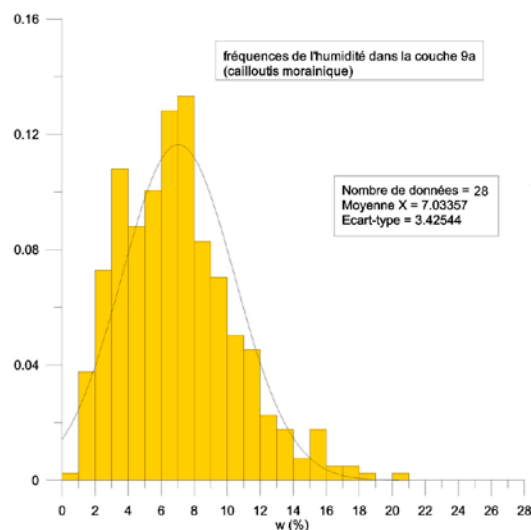
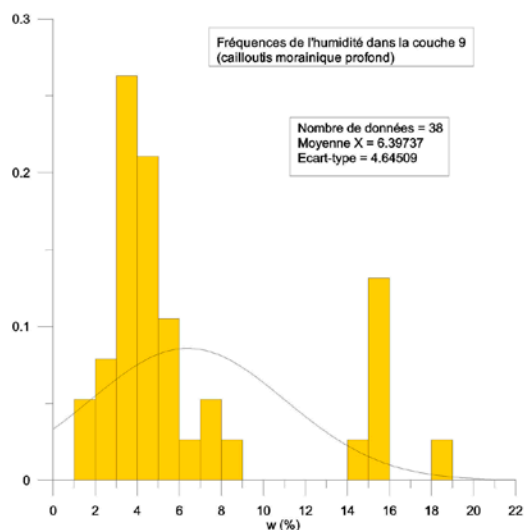
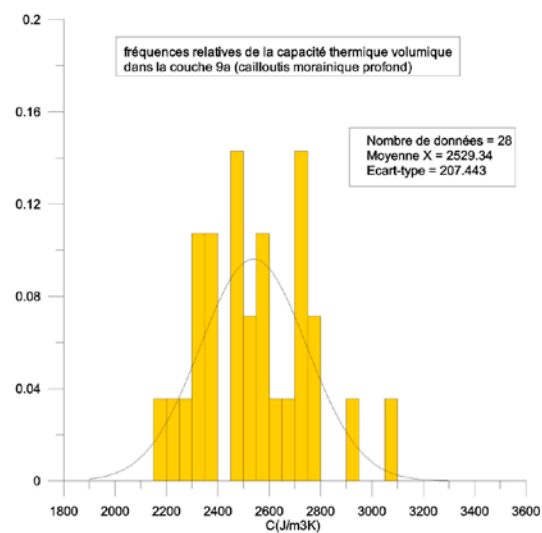
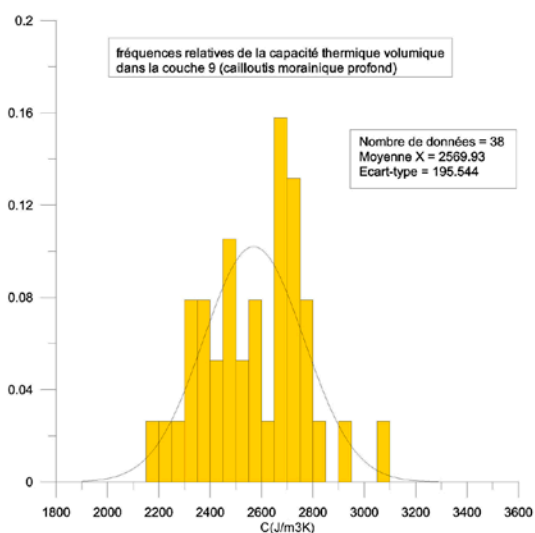
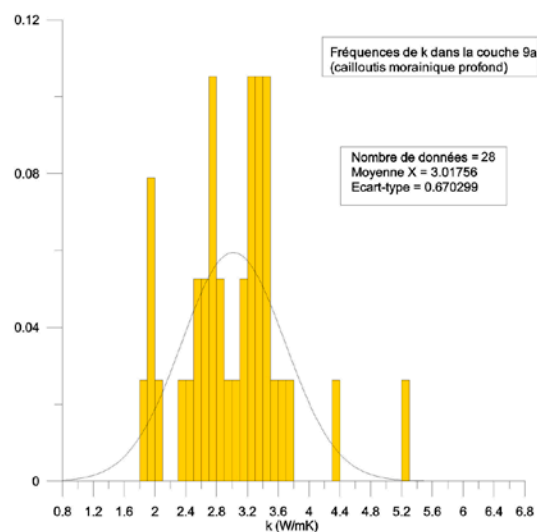
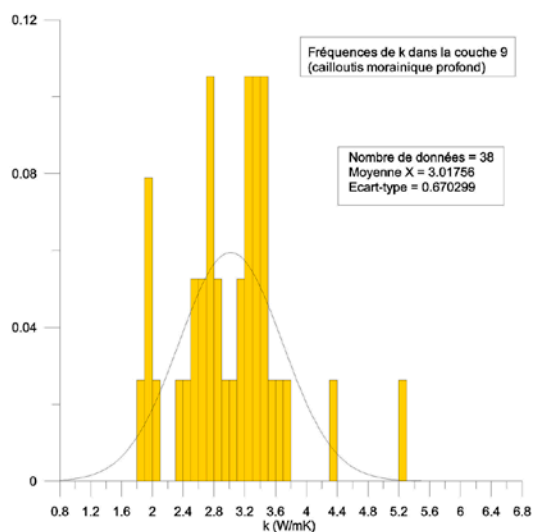
Fréquences relatives du contenu en eau (%) des différents faciès des dépôts intra - morainiques : tous (8), dépôts à matrice à tendance argileuse (8c, 8d et 8e), dépôts limoneux (8c), limono-argileux (8d) et argileux (8e)



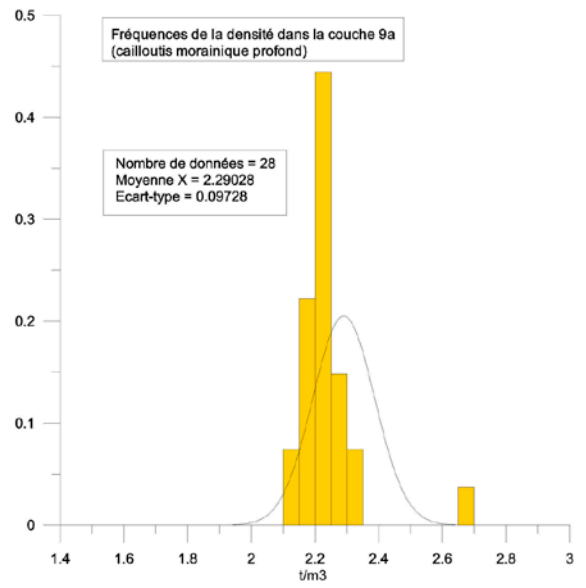
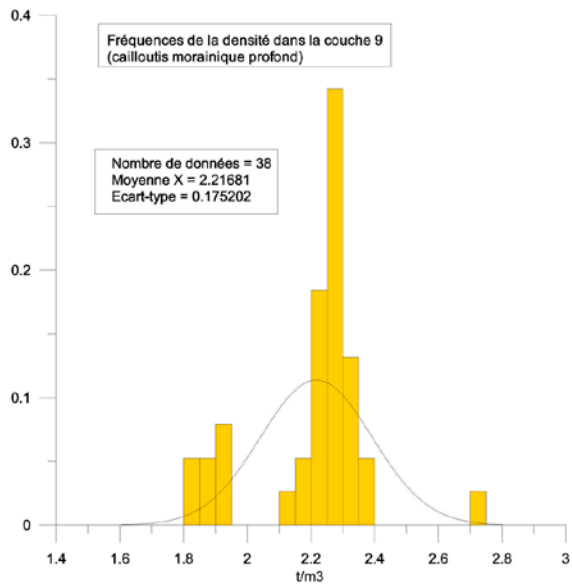
Fréquences relatives de masse volumique sèche (en t/m³) des différents faciès des dépôts intra - morainiques : tous (8), dépôts à matrice à tendance argileuse (8c, 8d et 8e), dépôts limoneux (8c), limono-argileux (8d) et argileux (8e)



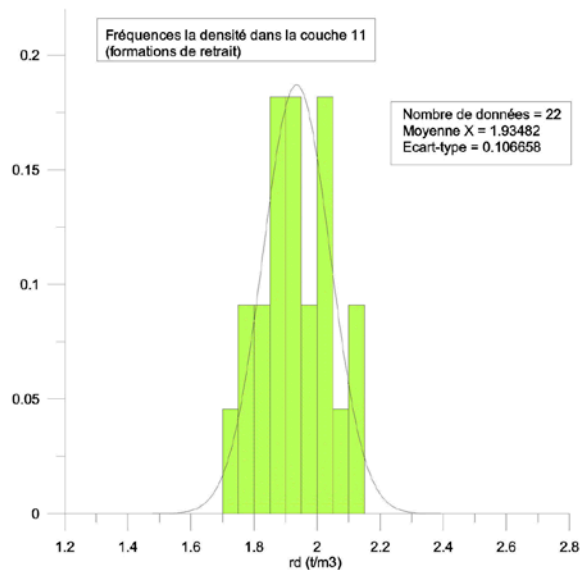
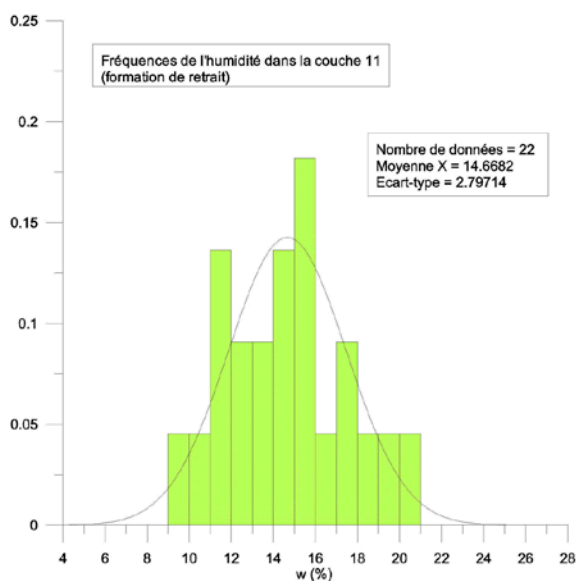
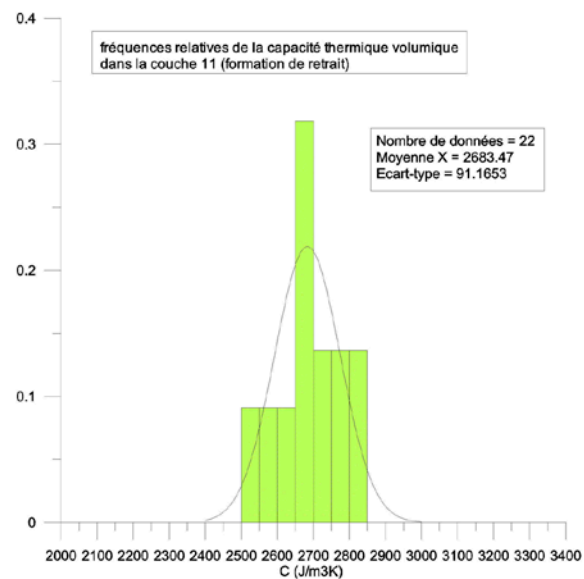
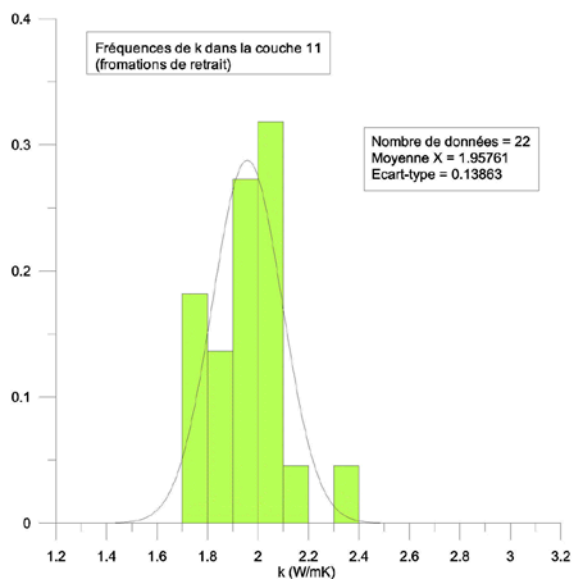
Fréquences relatives de la conductivité (en W/mK), capacité calorifique (kJ/m³/K), et de l'humidité (%) dans les dépôts de l'alluvion ancienne (9), et le faciès graveleux de l'alluvion ancienne (9a)



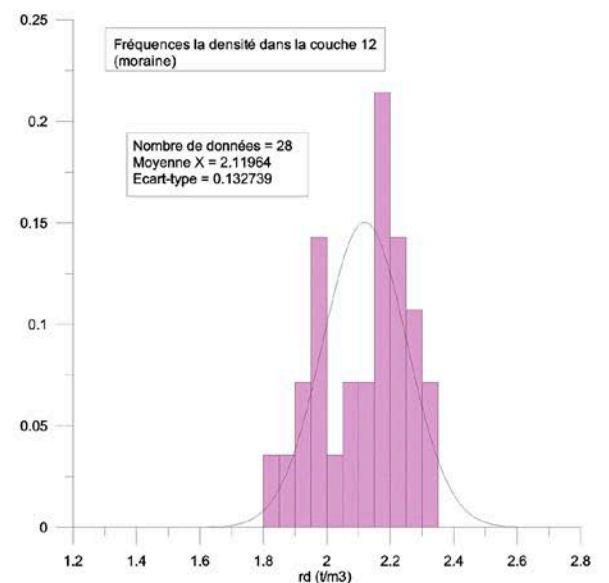
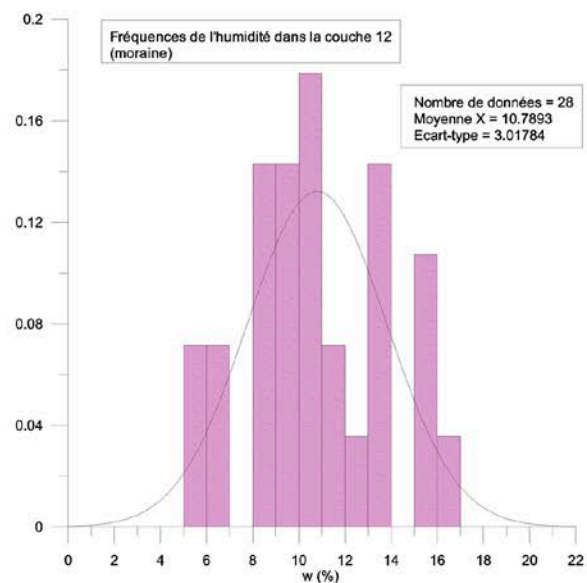
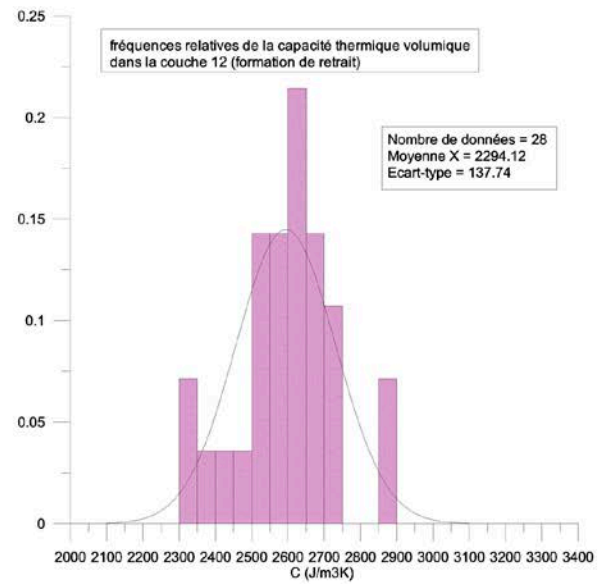
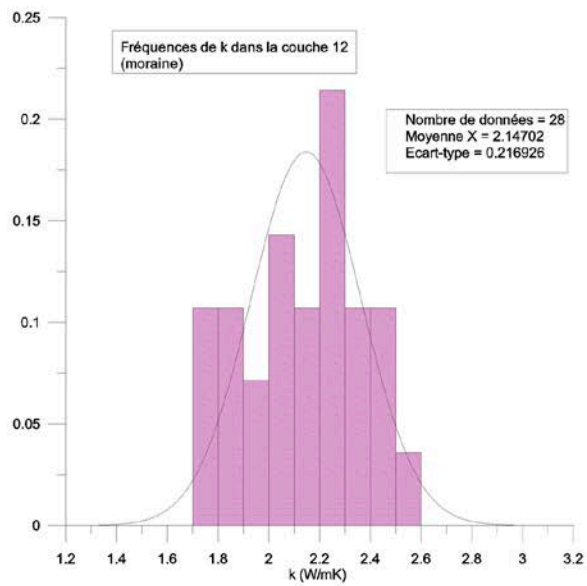
Fréquences relatives de la masse volumique sèche (en t/m^3) dans les dépôts de l'alluvion ancienne (9), et le faciès graveleux de l'alluvion ancienne (9a)



Fréquences relatives de la conductivité (en W/mK), capacité calorifique (kJ/m³/K), humidité (%) et de la masse volumique sèche (t/m³) dans les dépôts de retrait du Riss (11)

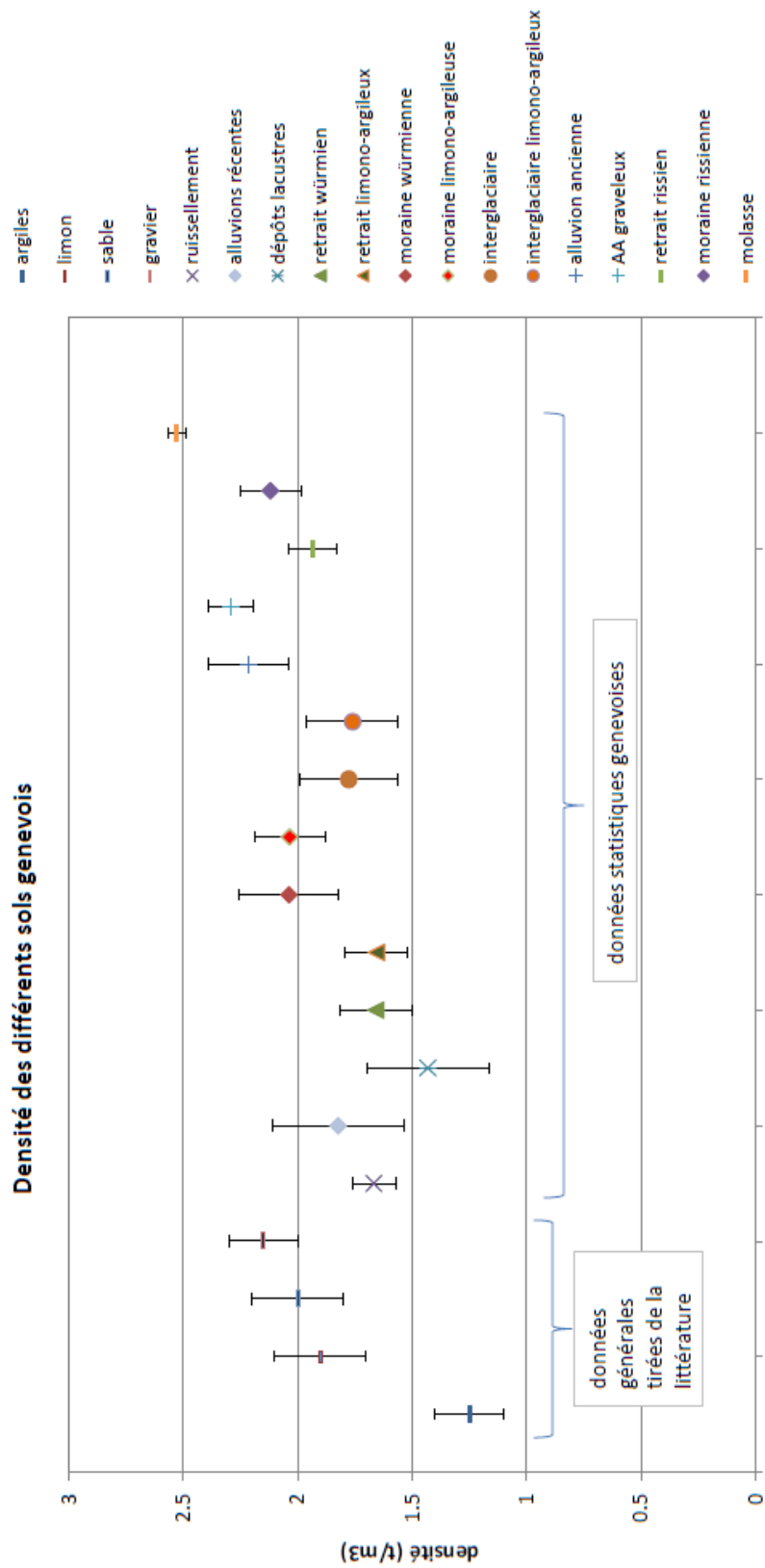


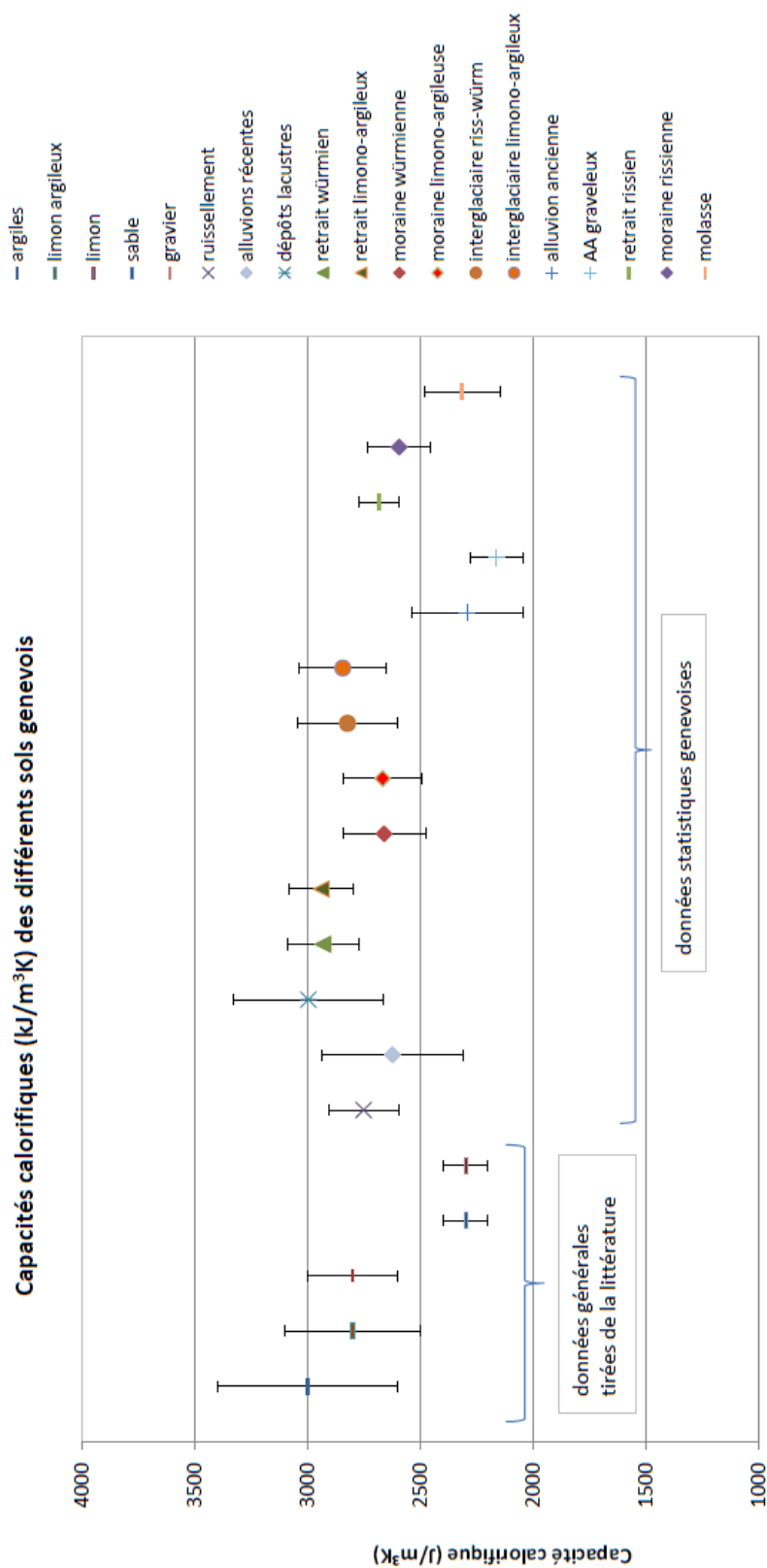
Fréquences relatives de la conductivité (en W/mK), capacité calorifique (kJ/m³/K), humidité (%) et de la masse volumique sèche (t/m³) dans les dépôts morainiques du Riss (12)

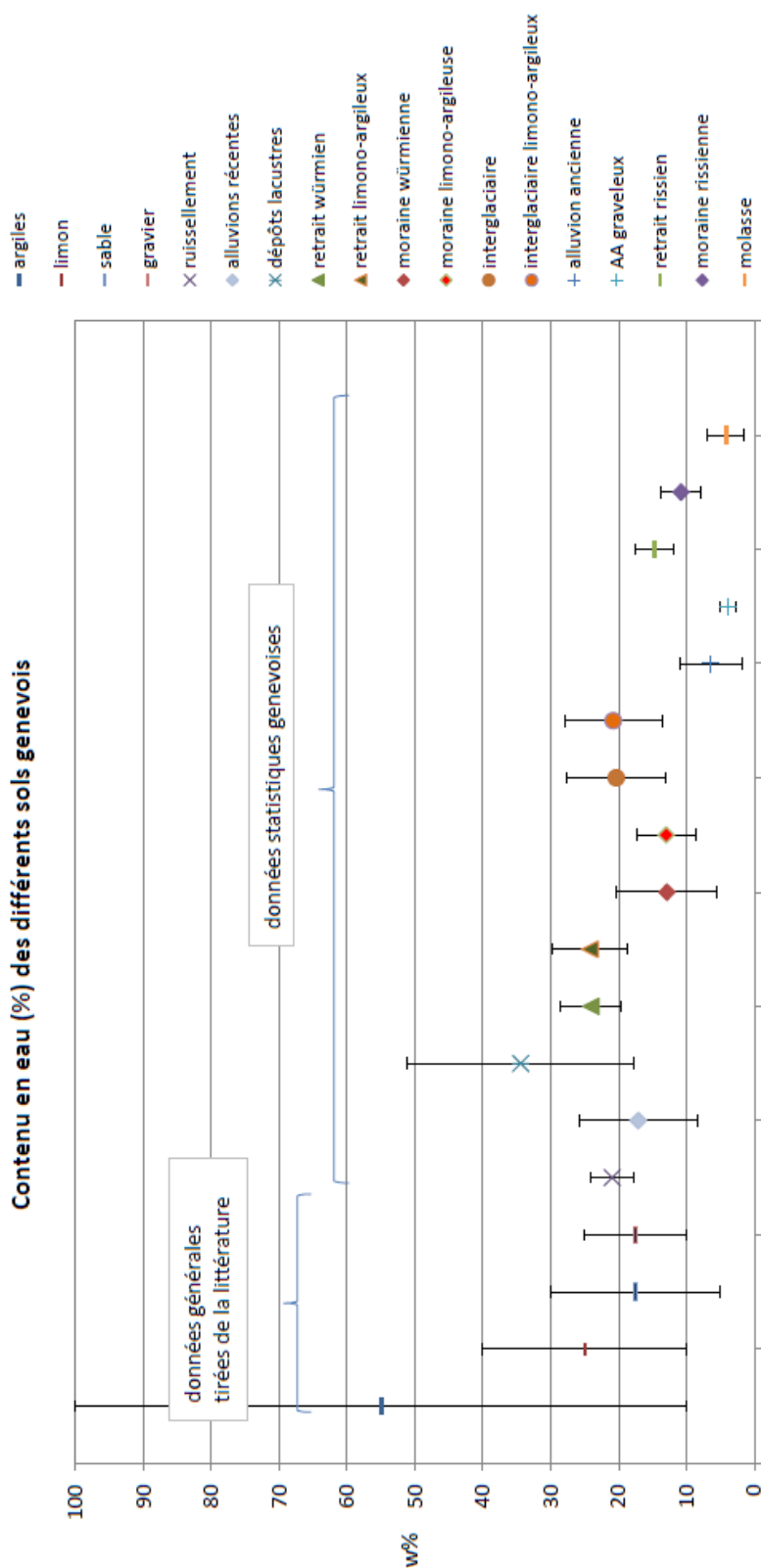


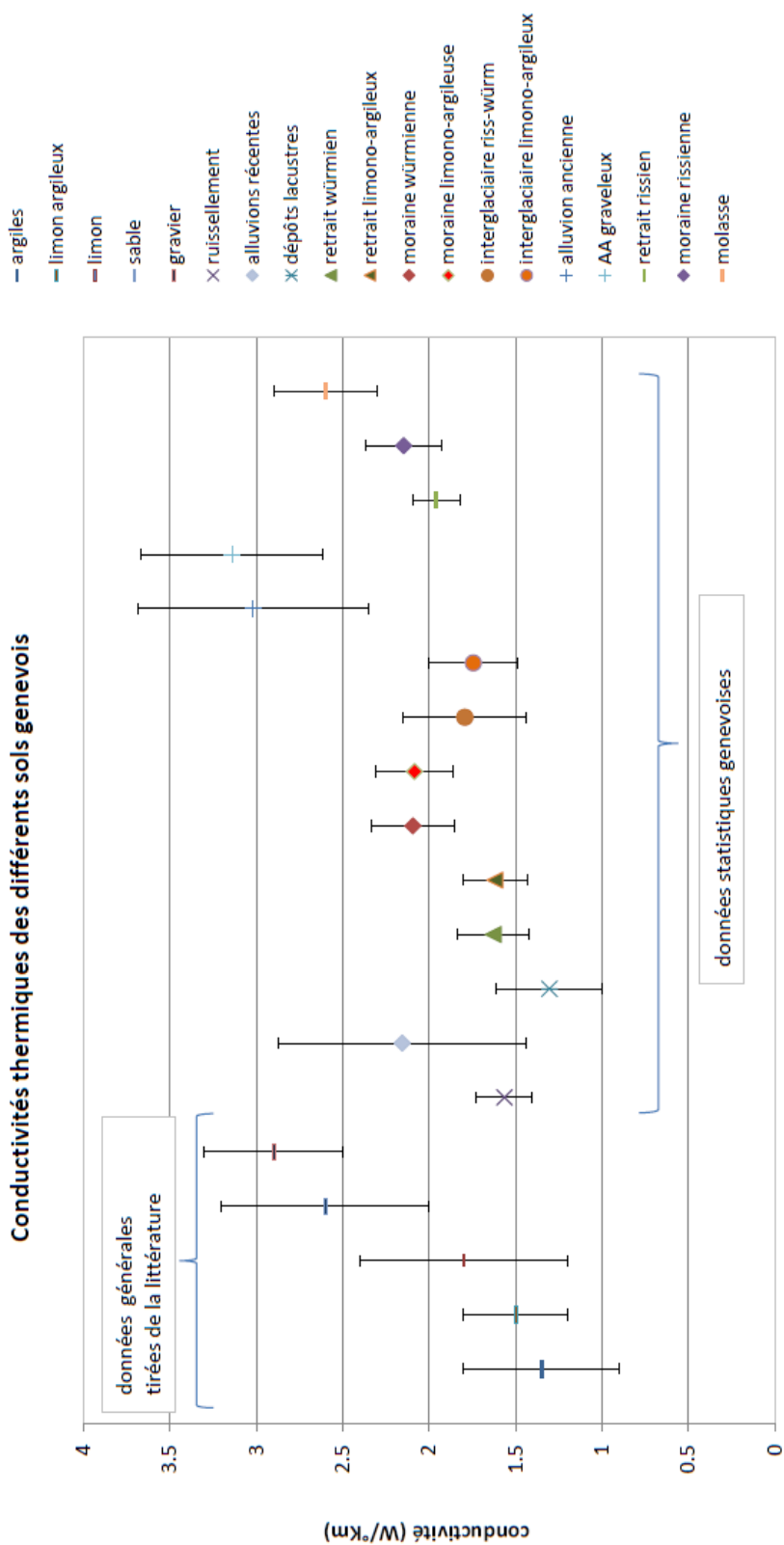
ANNEXE CHAPITRE 4 :
STATISTIQUES DES SOLS GENEVOIS – SYNTHESE

Graphiques comparatifs pour les densités, les capacités calorifiques, le contenu en eau et les conductivités thermiques





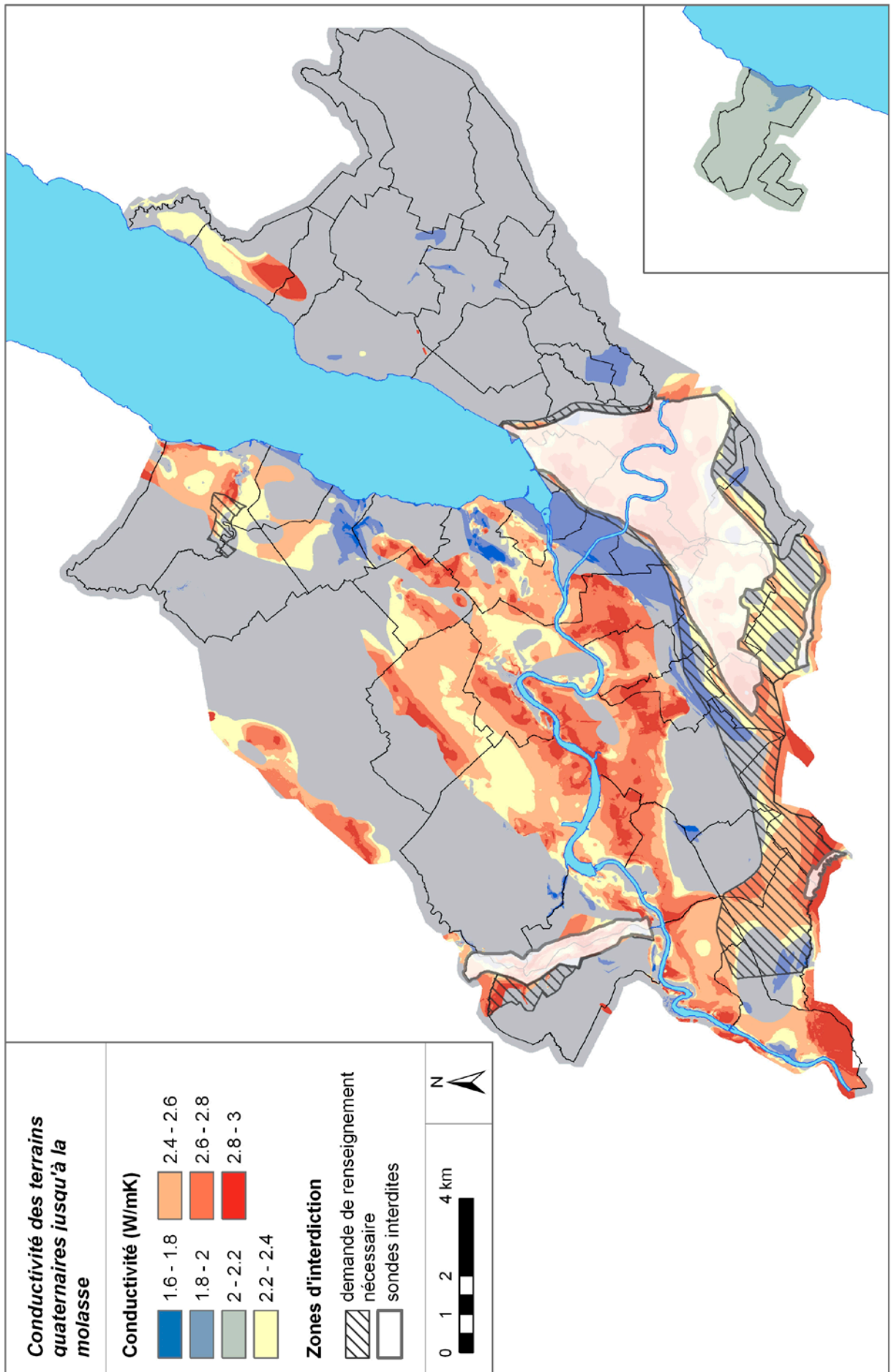


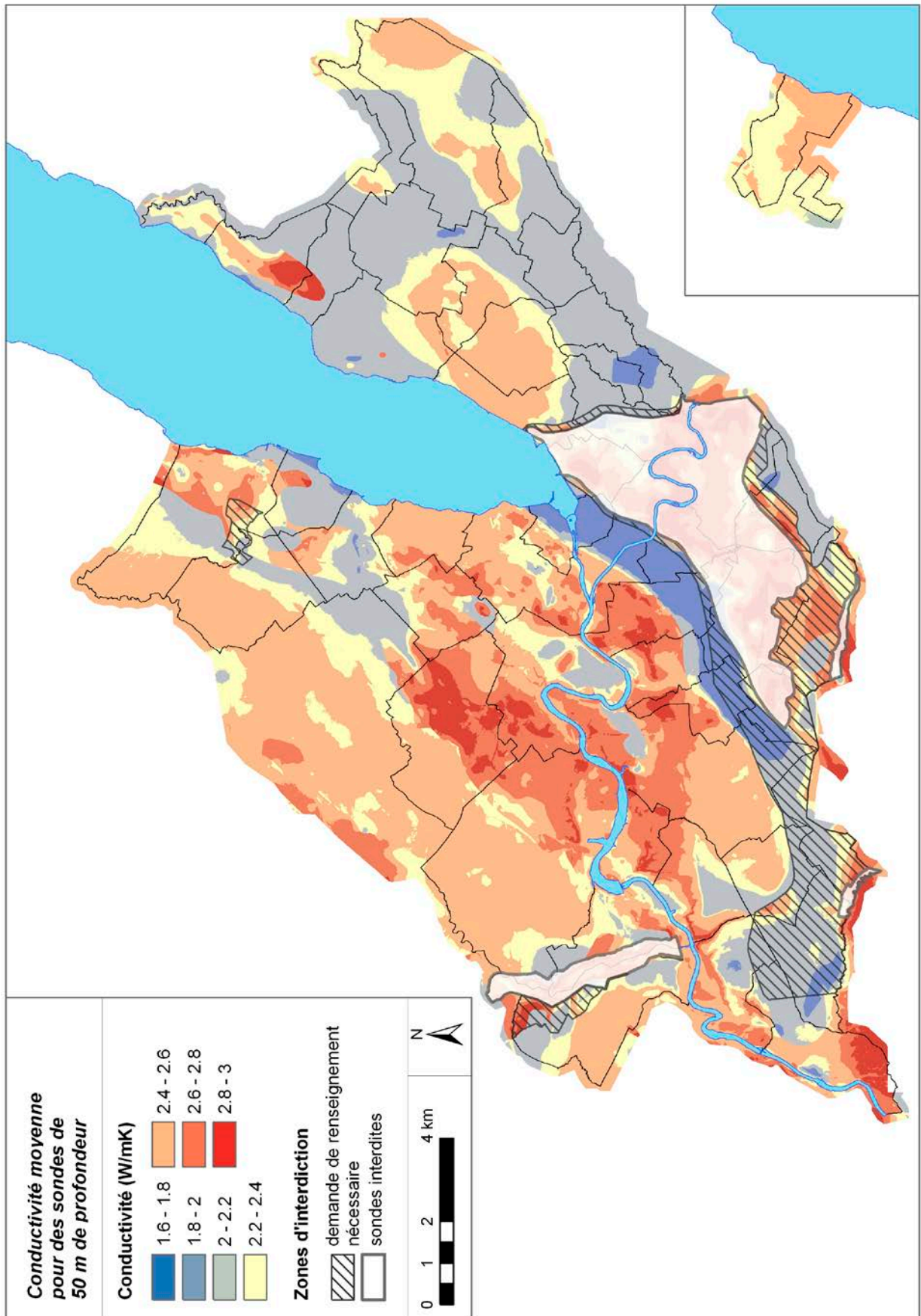


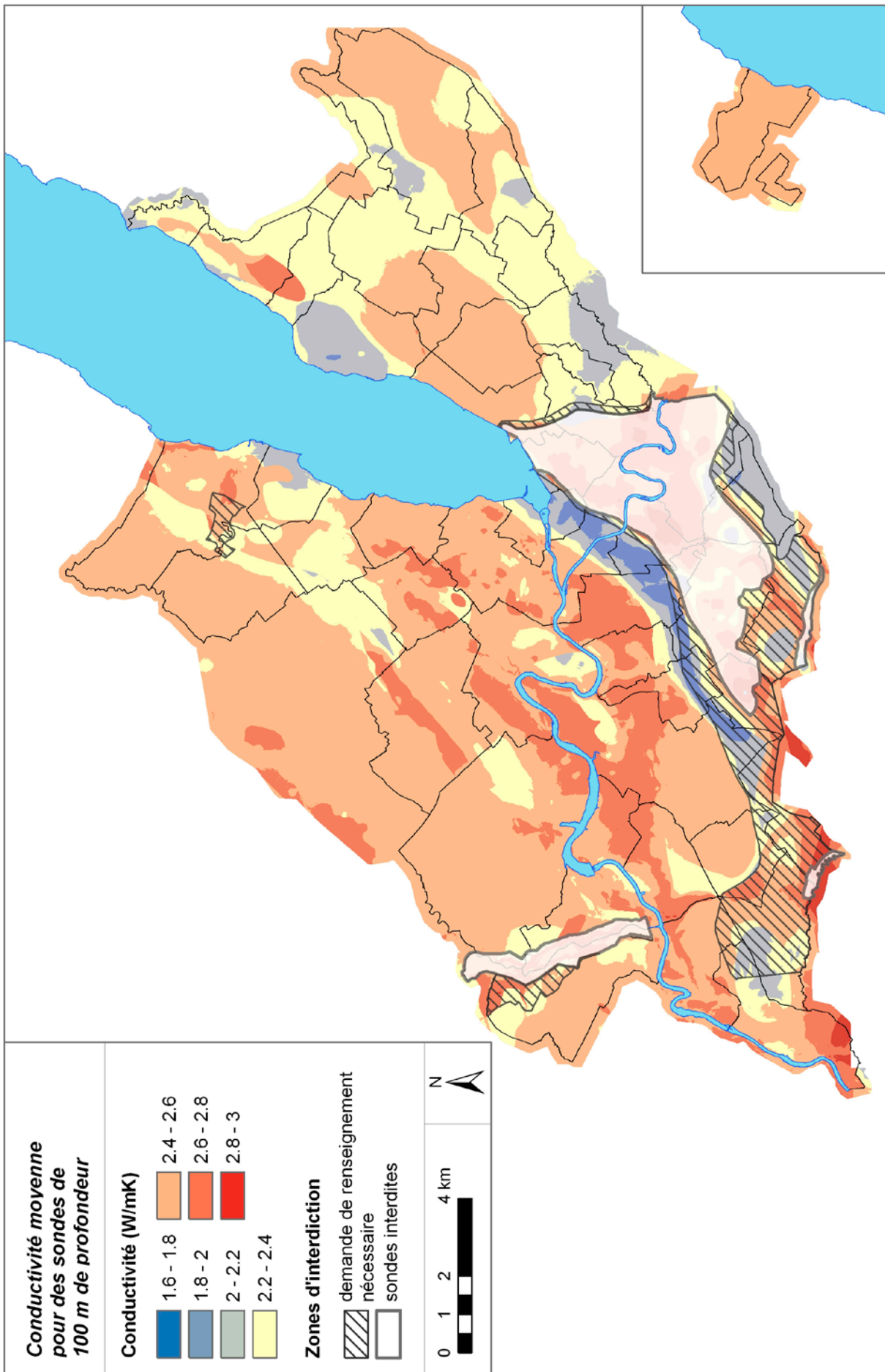
ANNEXE CHAPITRE 5 :

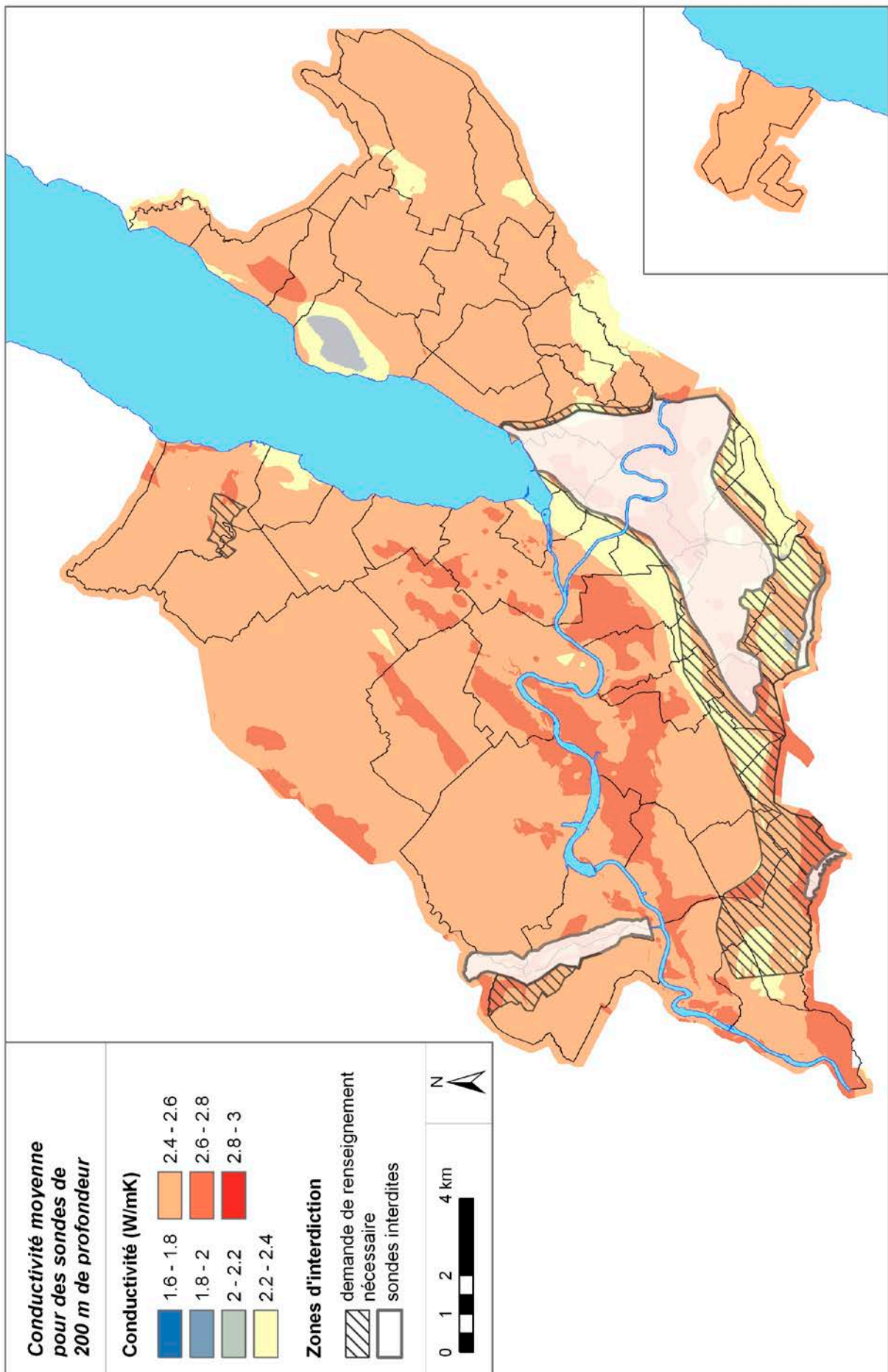
CARTES DE CONDUCTIVITE THERMIQUE ET

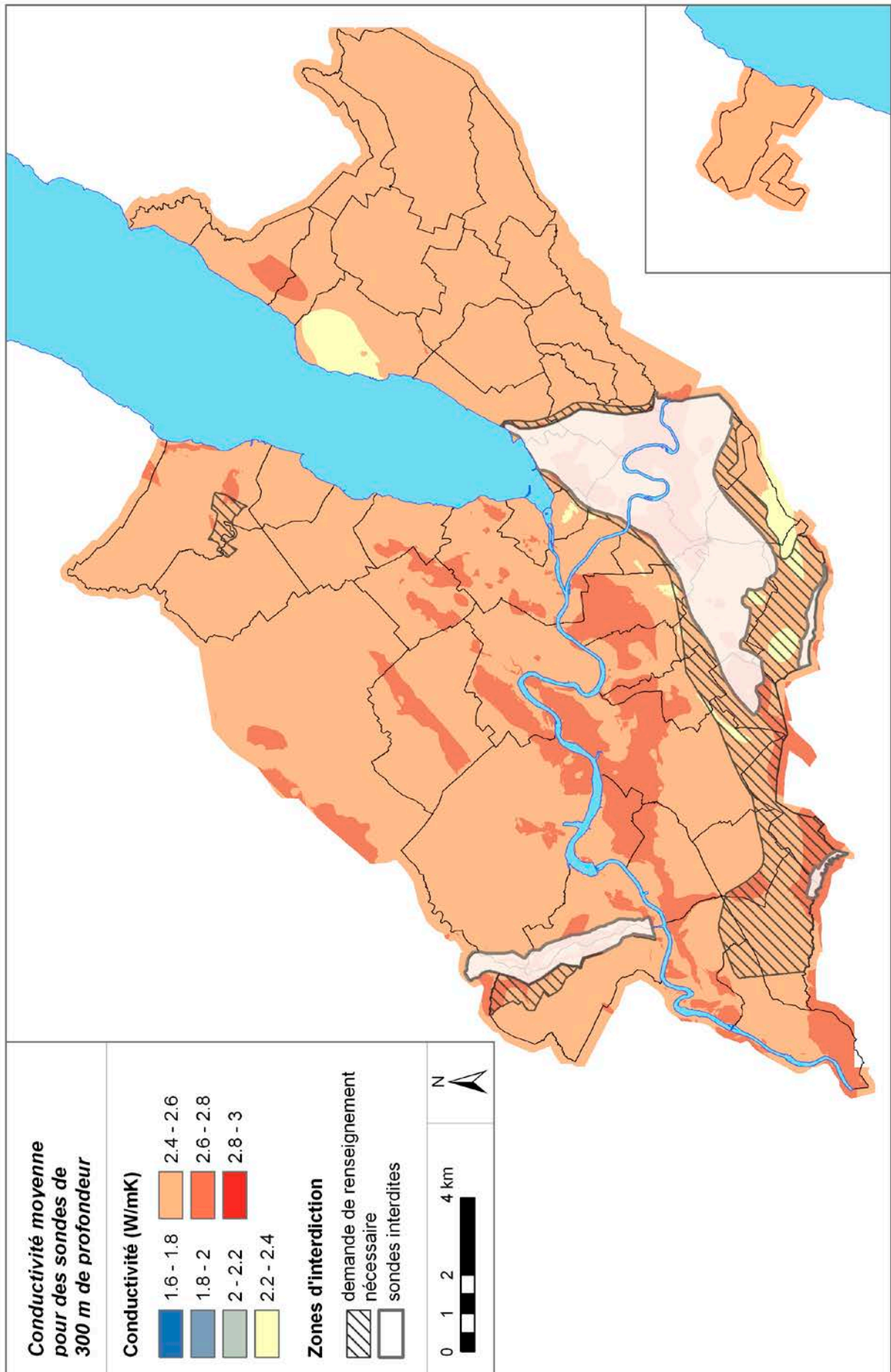
CAPACITE CALORIFIQUE

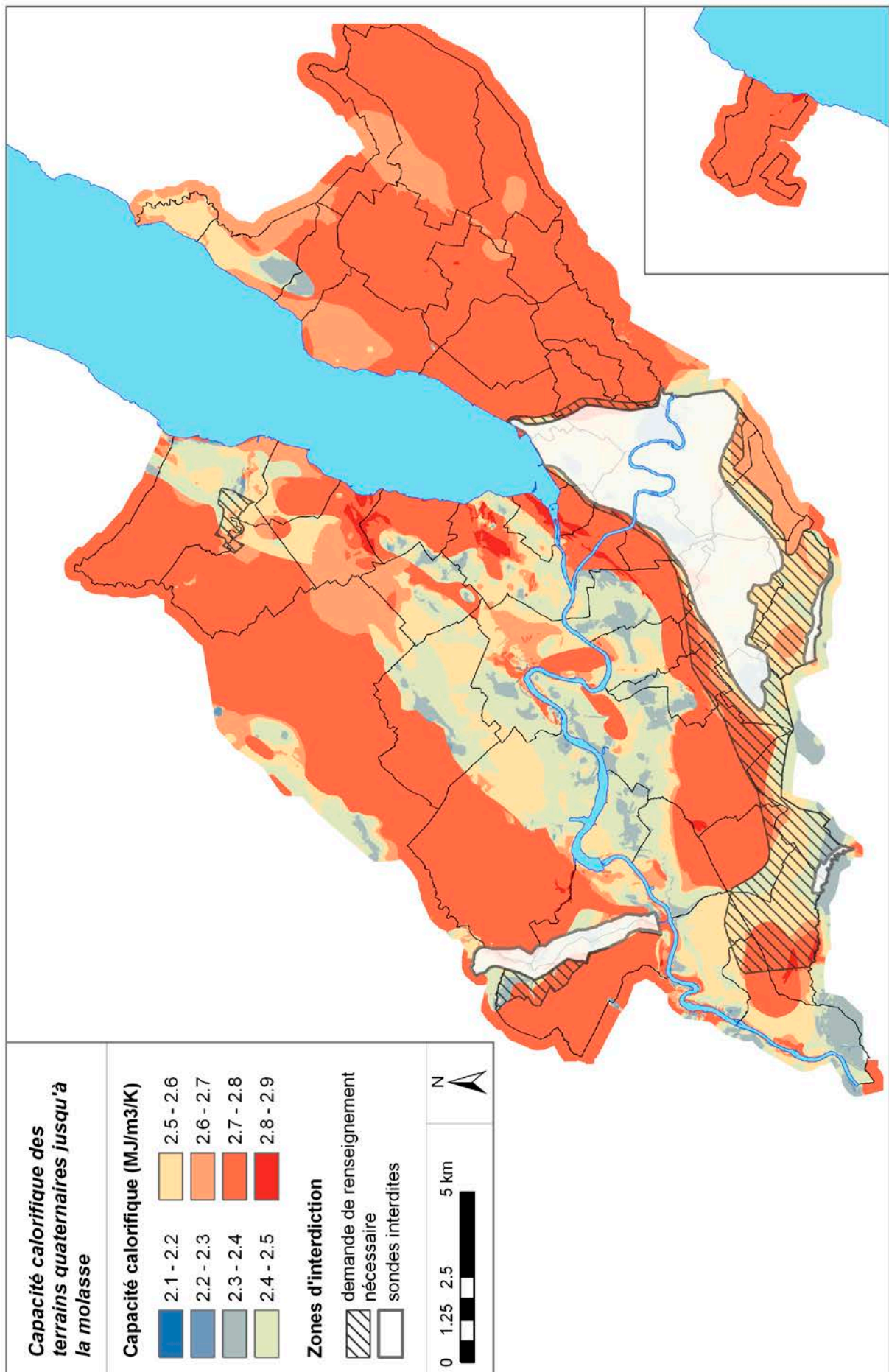


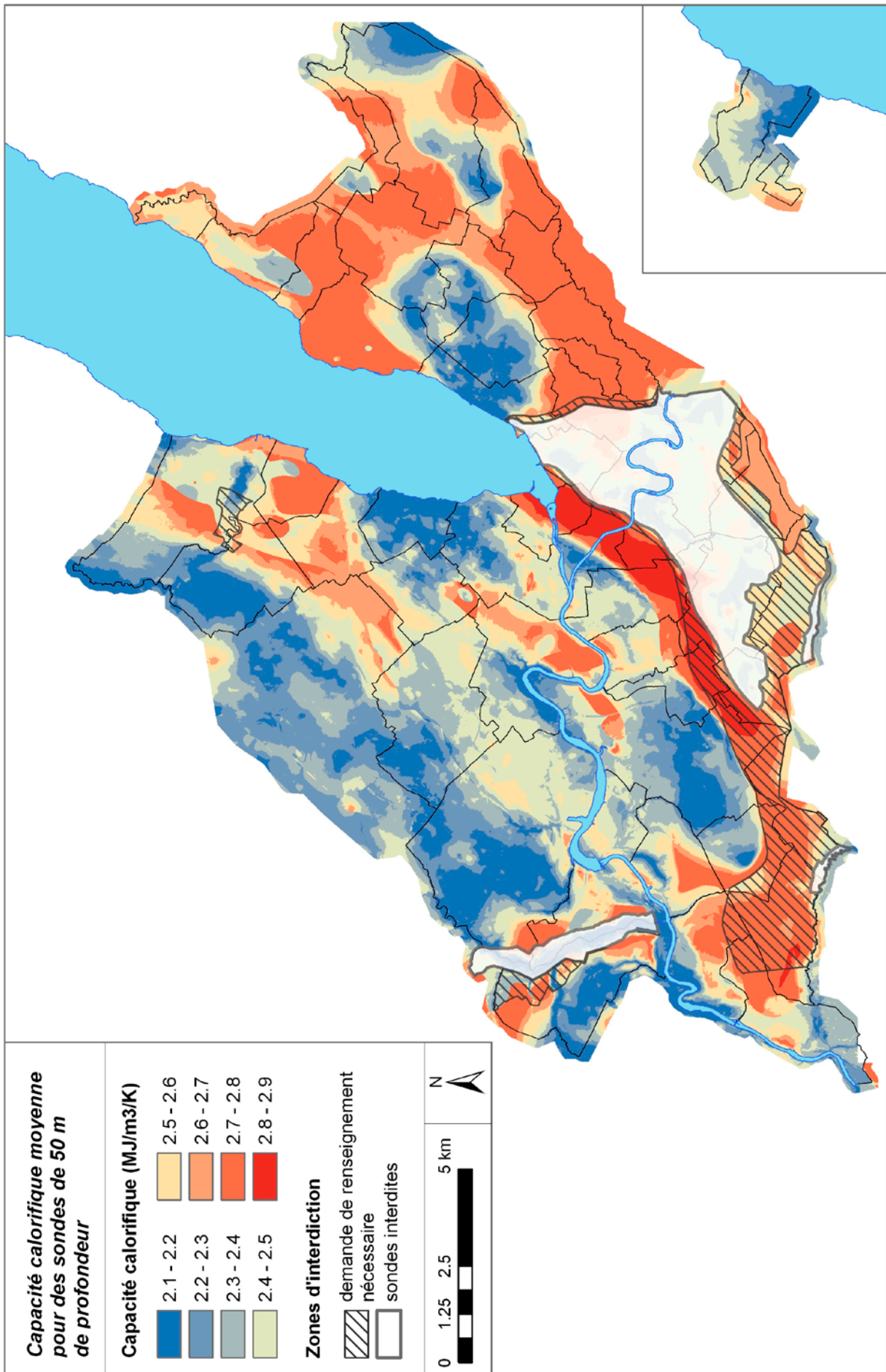


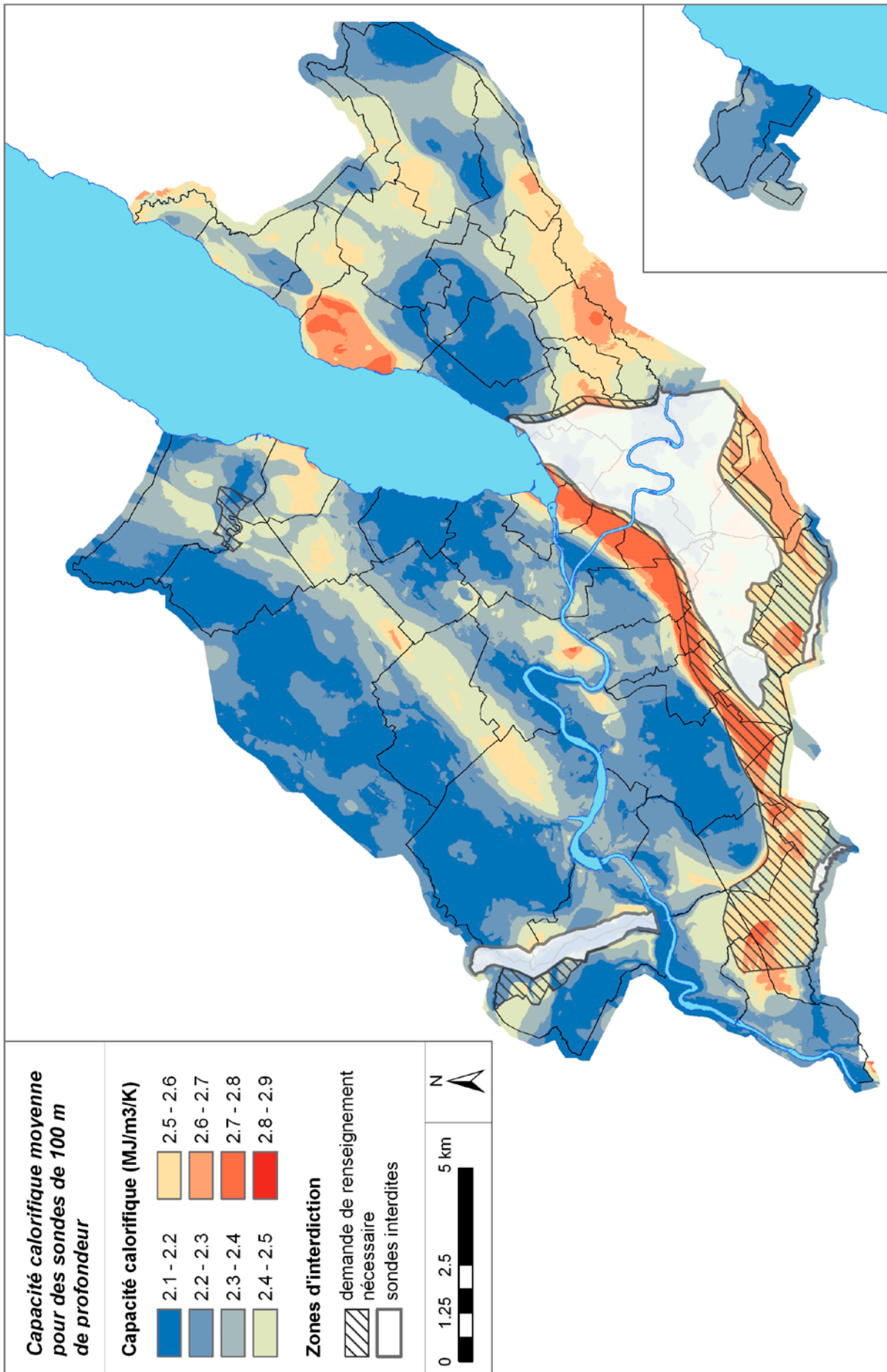


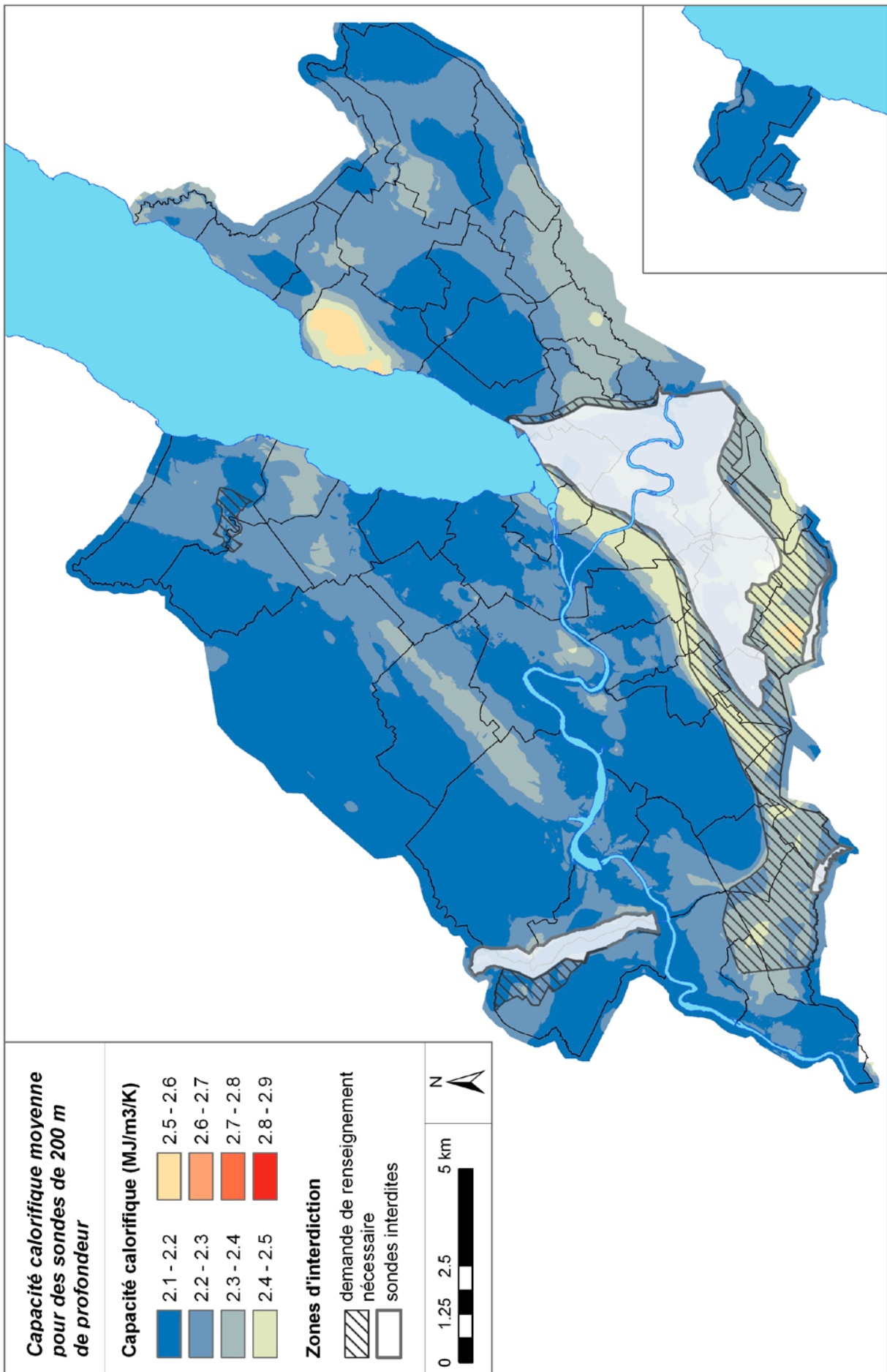


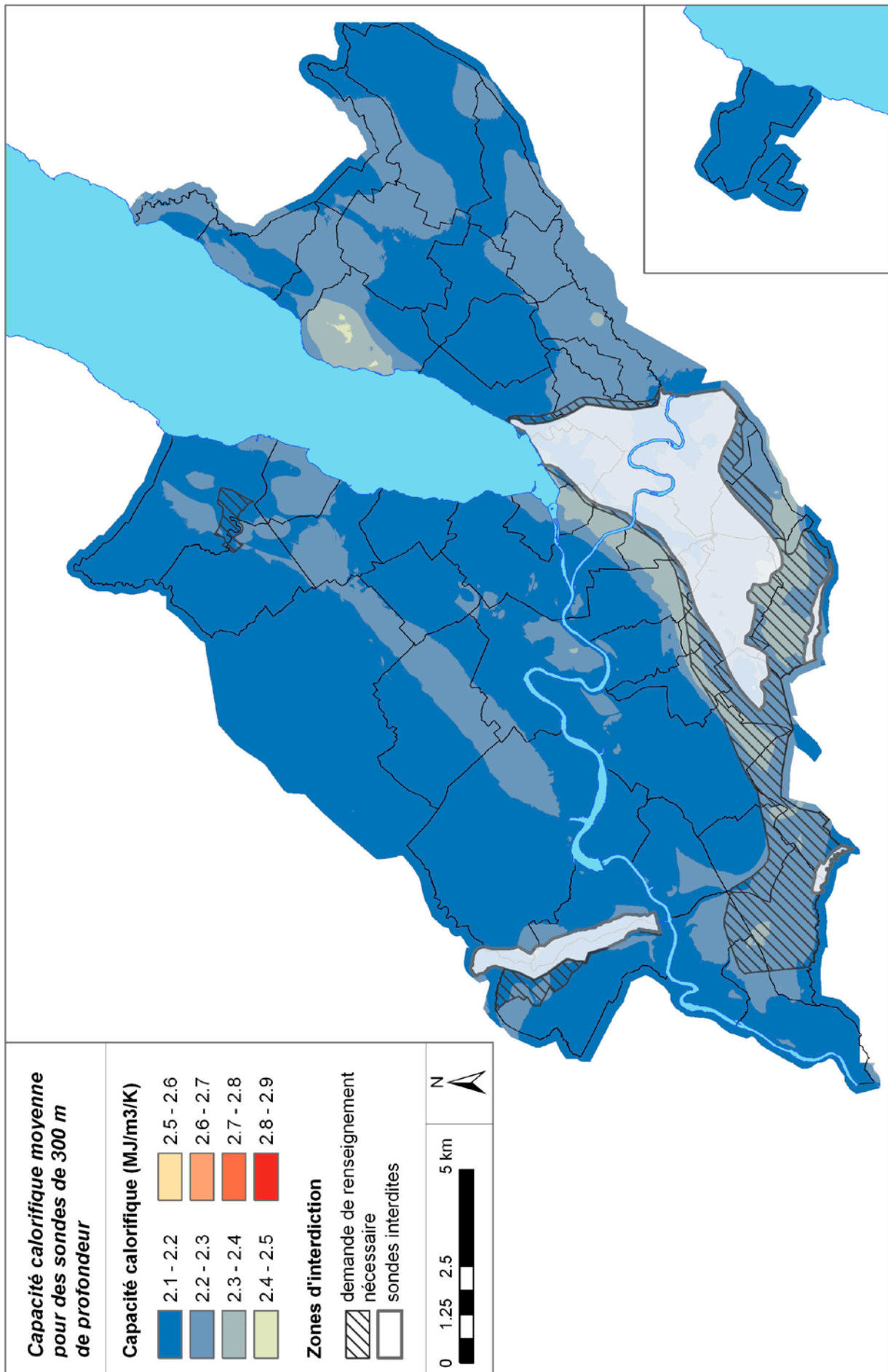




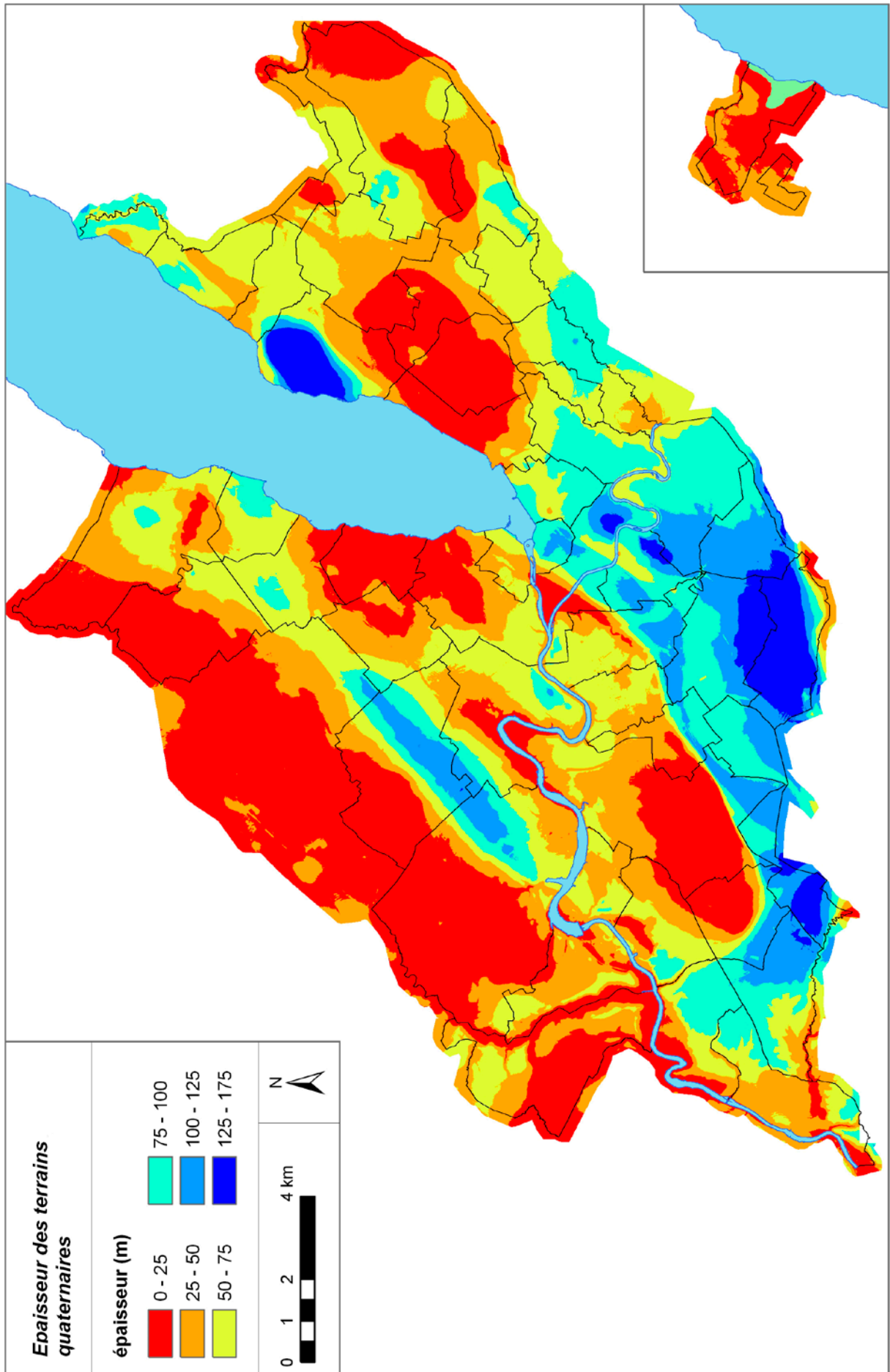


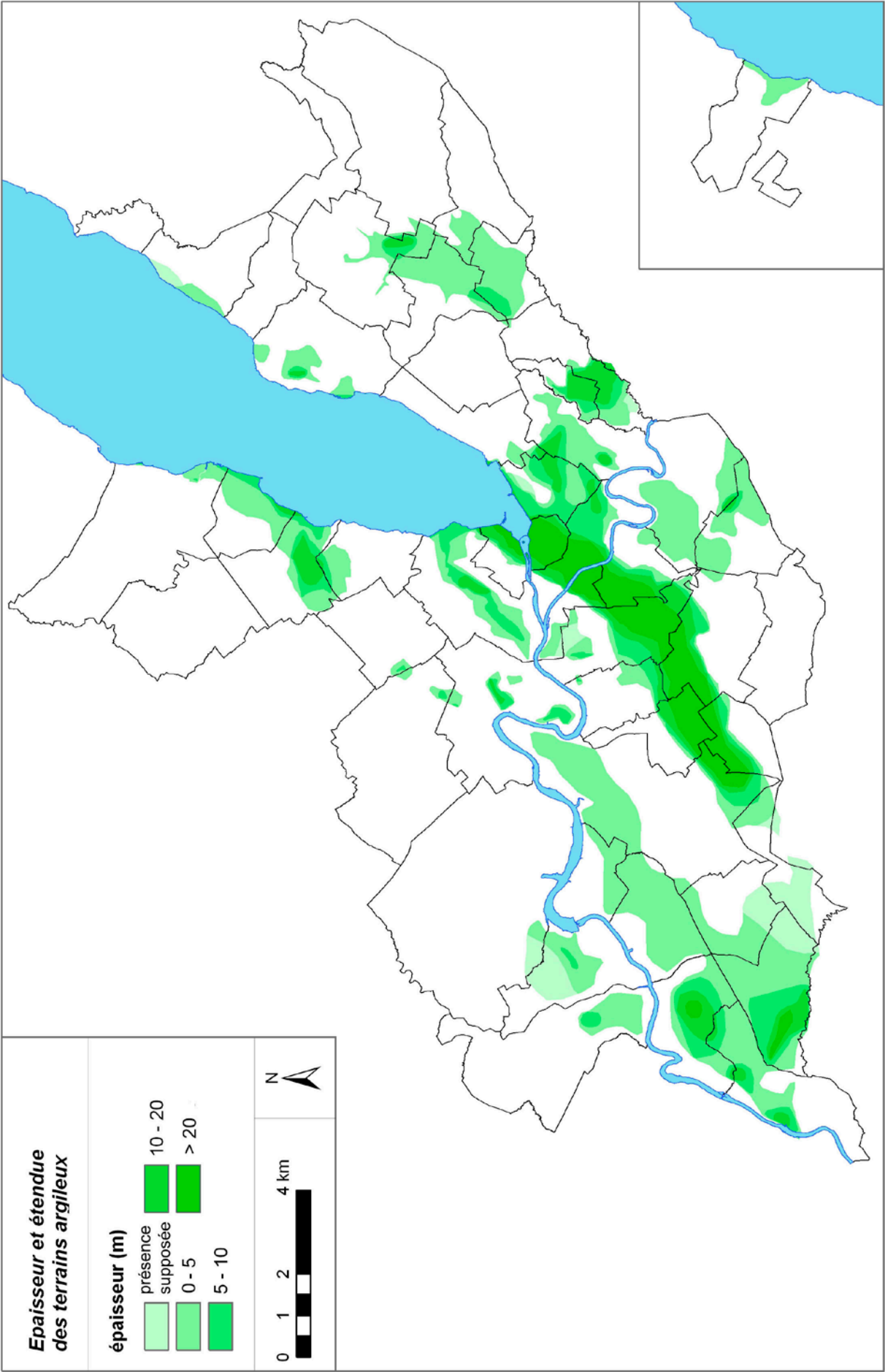


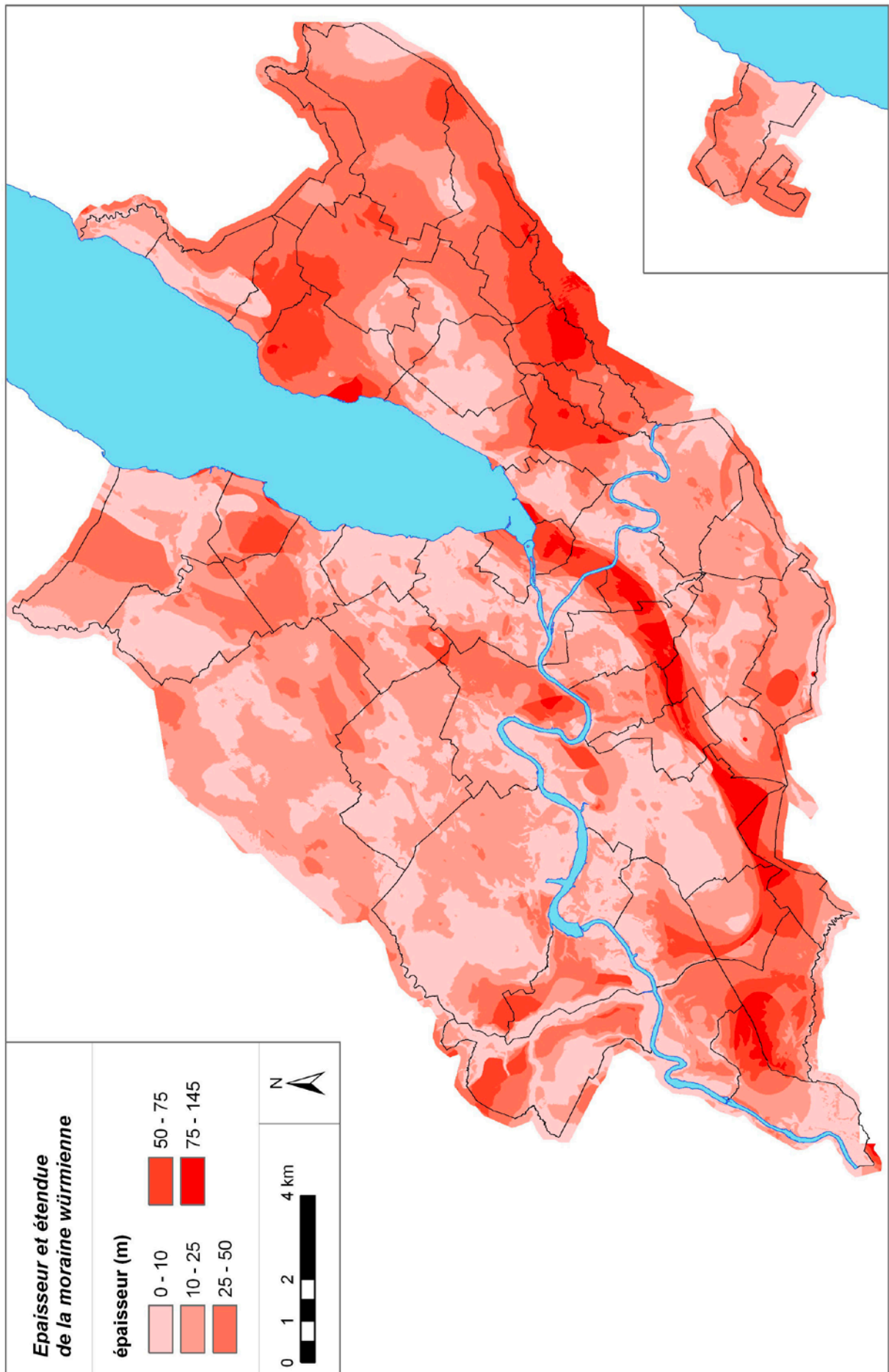


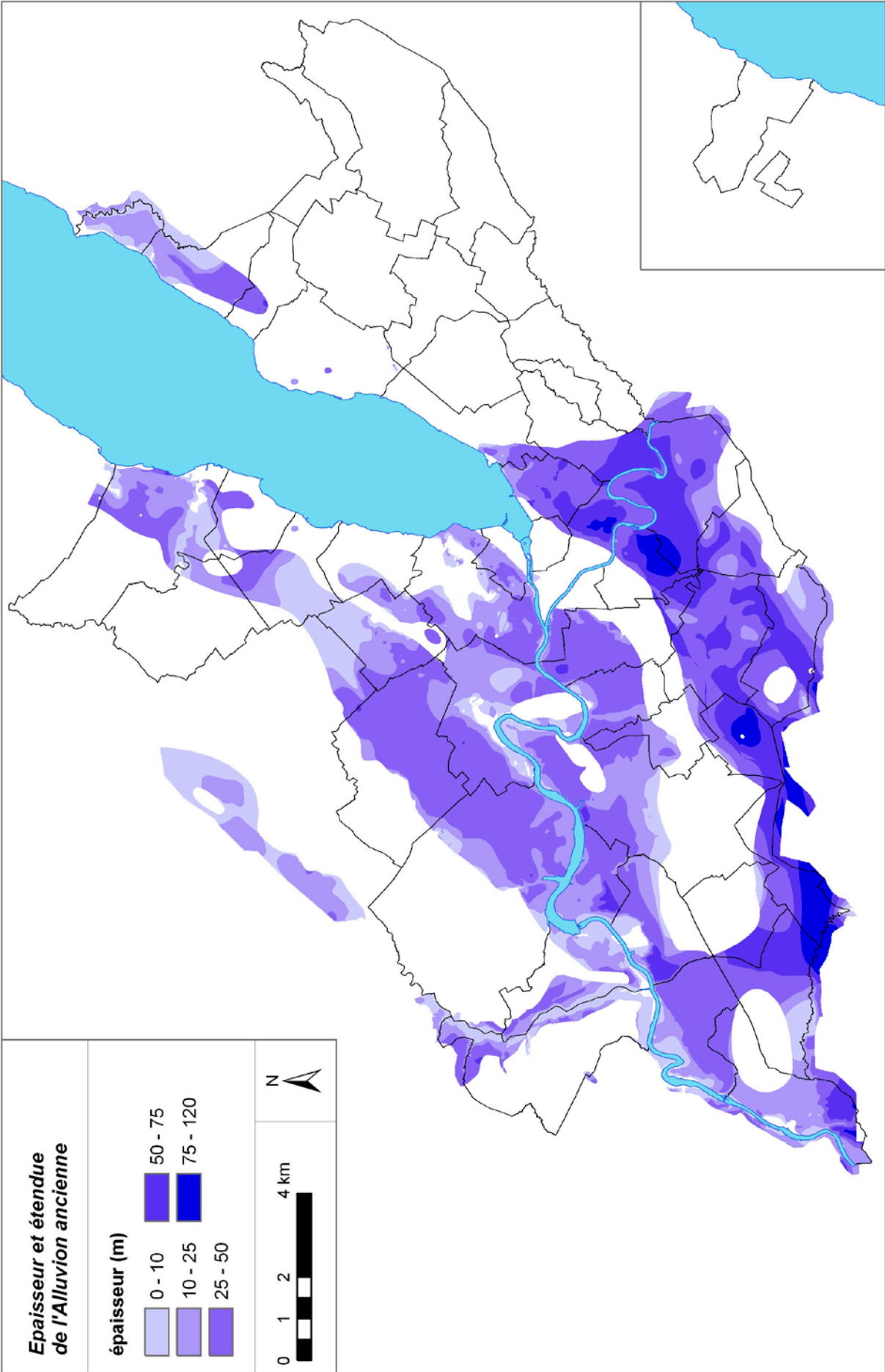


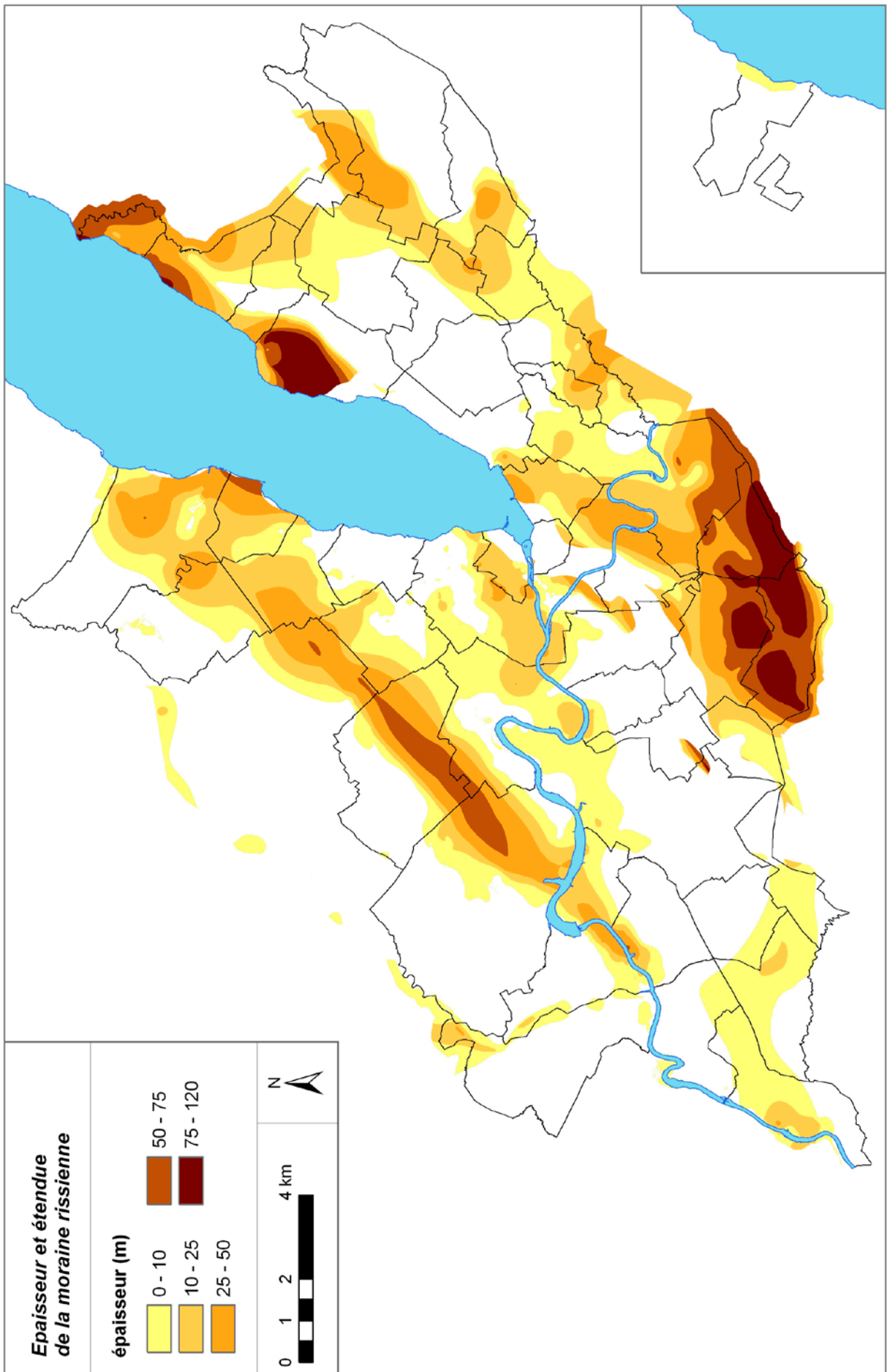
ANNEXE CHAPITRE 5 :
EPAISSEUR MODELISEE DES PRINCIPALES
COUCHES QUATERNAIRES



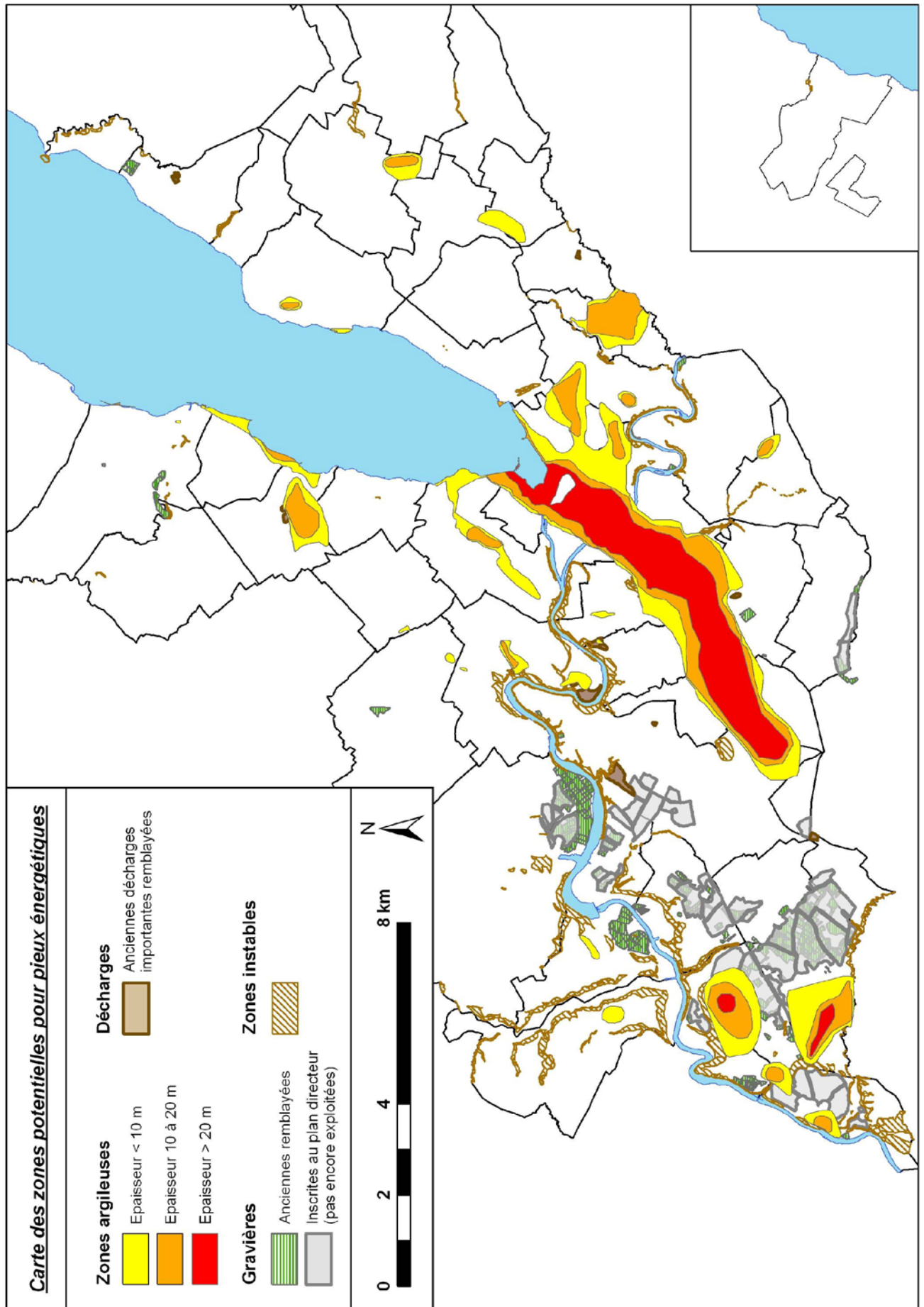


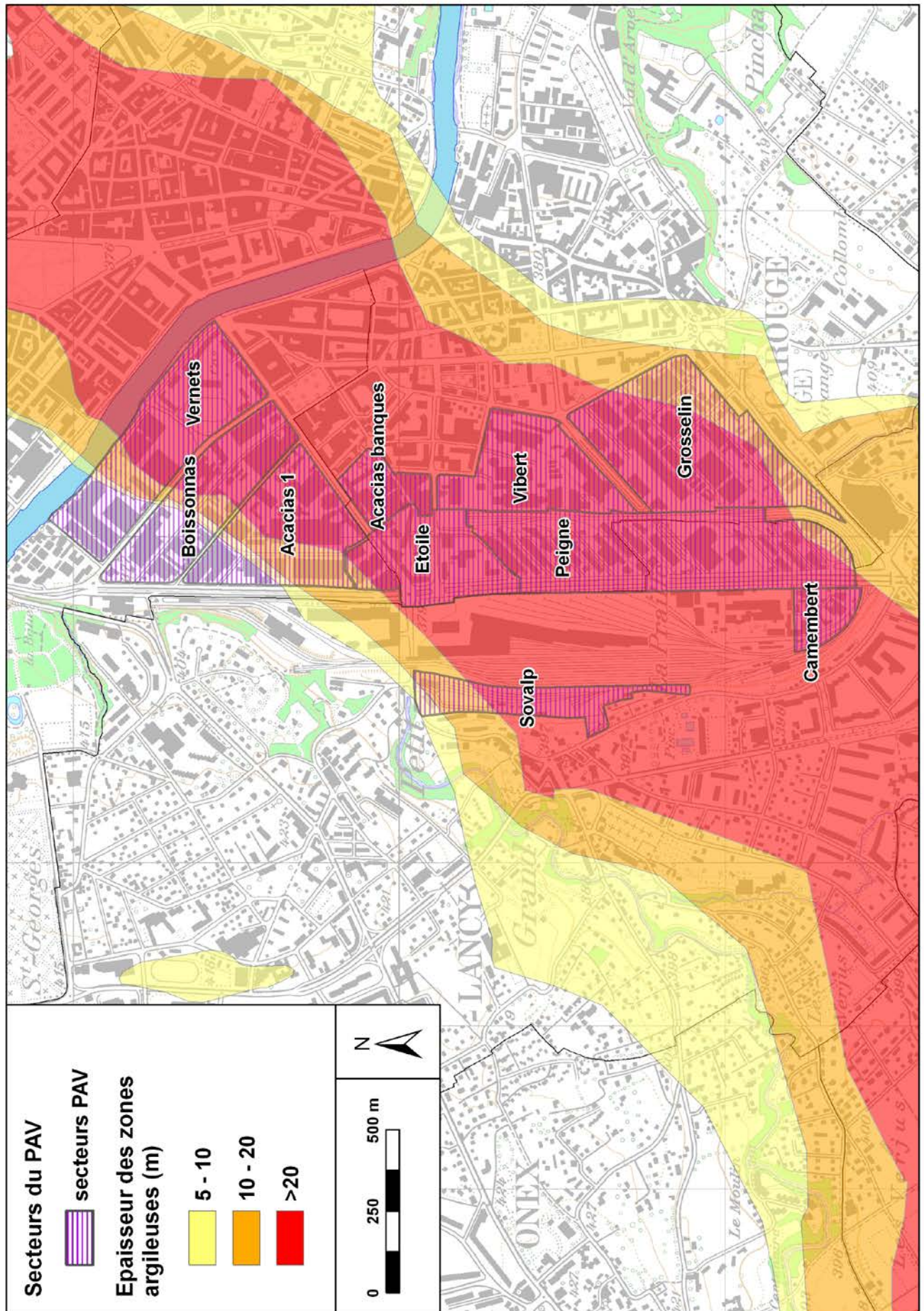


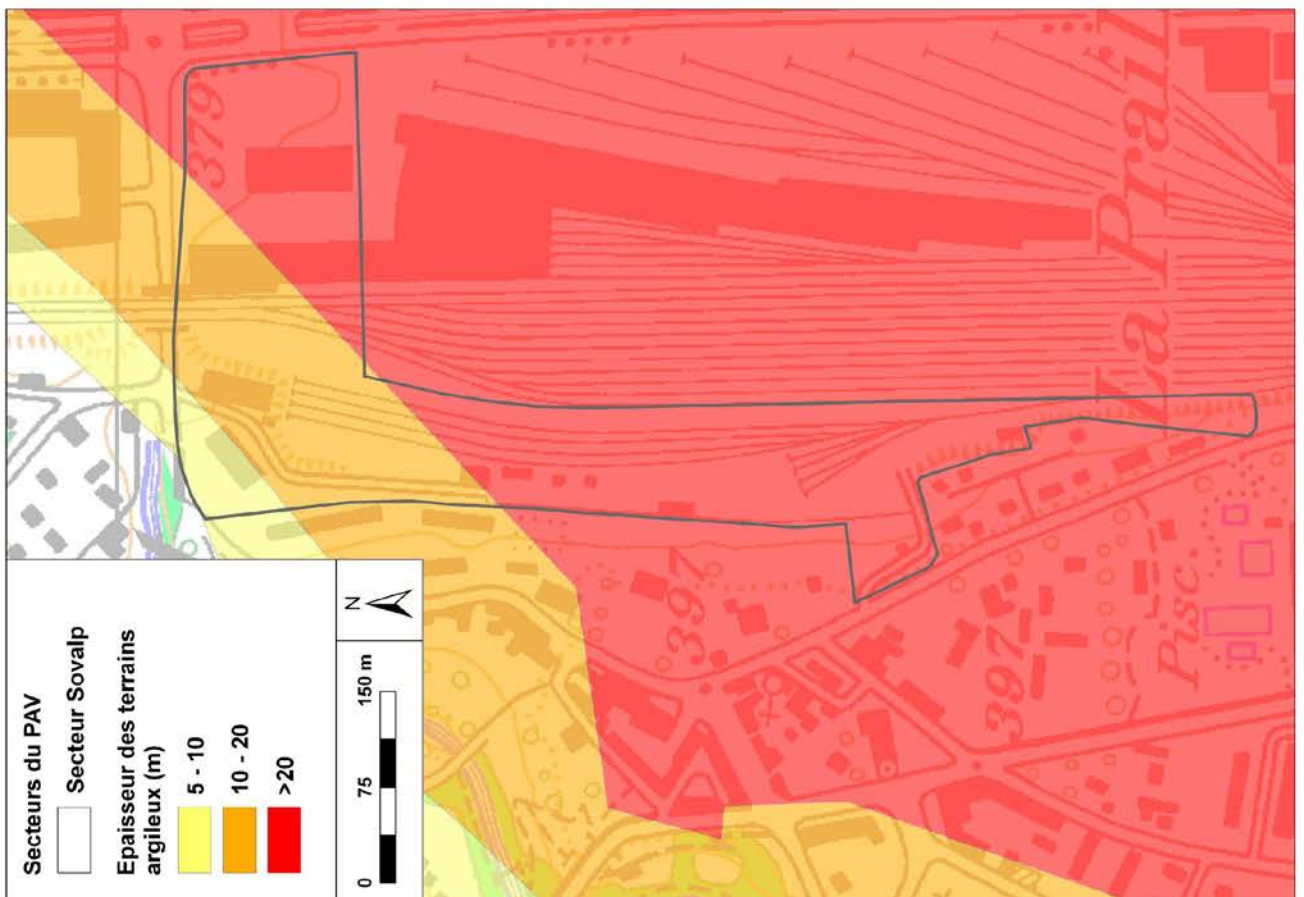
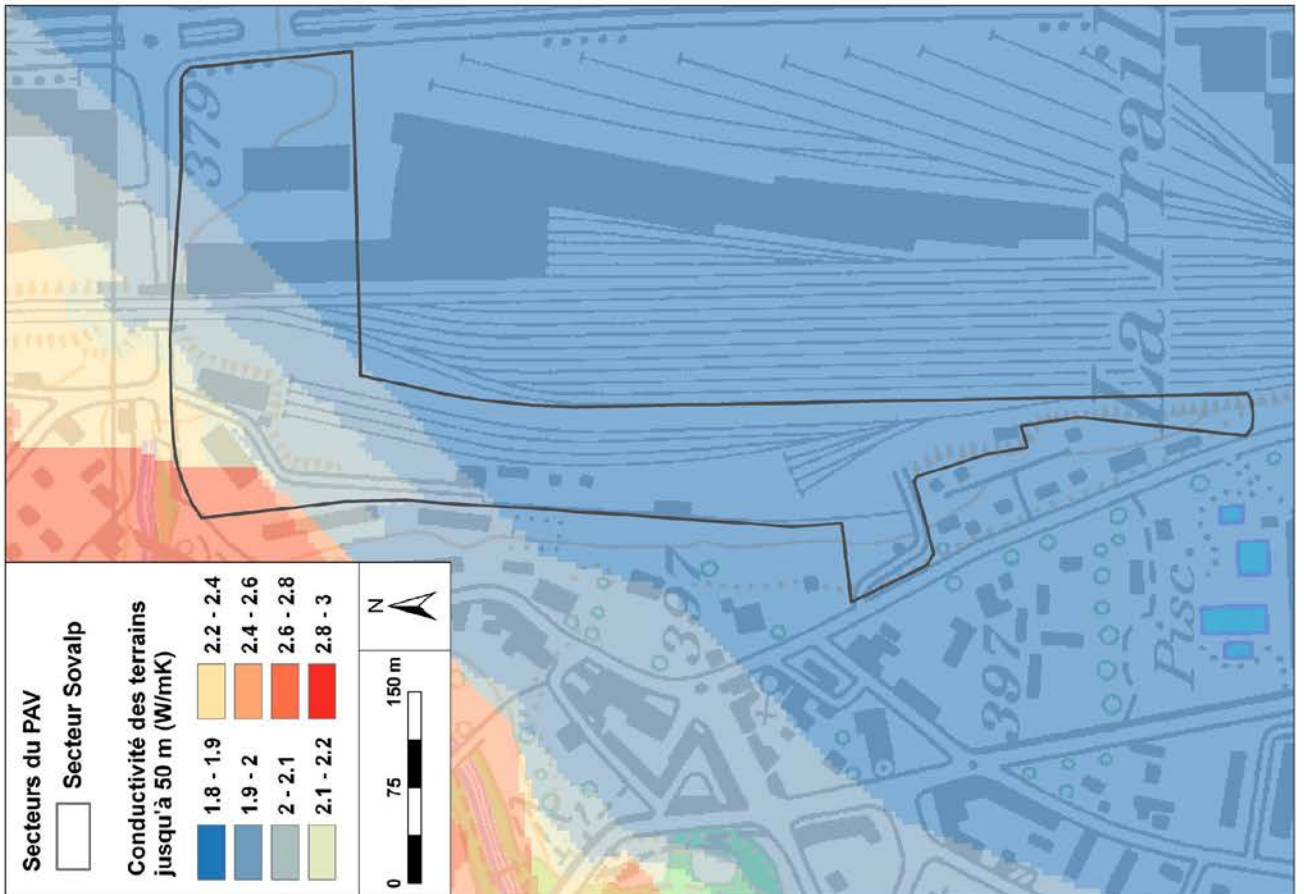


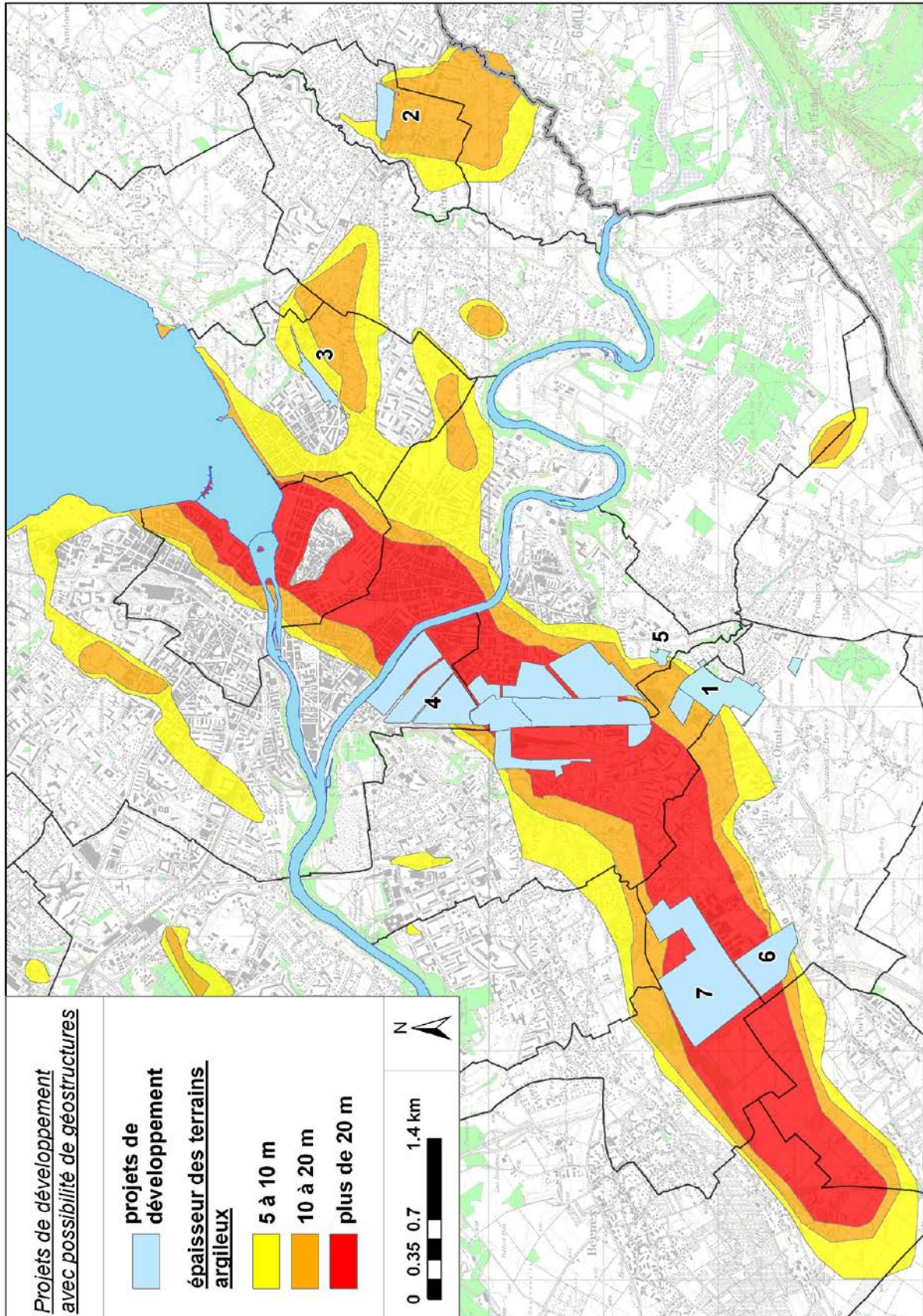


ANNEXE CHAPITRE 6 :
GEOSTRUCTURES ENERGETIQUES – CARTES









Projets de développement importants pouvant nécessiter des géostructures: 1) La Chapelle - les Sciez 2) Gare de Chêne-Bourg 3) Gare des Eaux-Vives 4) Secteurs PAV 5) Grange-Collomb 6) extension ZIPLO 7) Les Cherpines (figure 6-44).

ANNEXE CHAPITRE 7 :
PARAMETRES DES NAPPES, PUISSANCE ET
ENERGIE DISPONIBLE
Calcul du potentiel géothermique des nappes

NAPPE DE MONTFLEURY

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	17'923'444	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	8'327'459 (46% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	3'924'195 (22% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones industrielles	S_{ind}	2'409'586 (13% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	10 – 50	m
Epaisseur moyenne de la nappe	e	10	m
Perméabilité moyenne	K	$1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 – 15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.03 – 1	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	30 - 1'500	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	7 – 380	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	1.87	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	33.5	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	67	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	84	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	67	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 134	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 151	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DU RHÔNE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	22'462'517	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	5'481'539 (24% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	2'936'819 (13% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones industrielles	S_{ind}	997'152	
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	5 - 20	m
Epaisseur de la nappe	e	5 - 30	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.2 – 1 (0.5)	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	300 - 1000	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	100	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	1.87	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	42	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	84	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	105	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	84	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 168	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 189	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE LA CHAMPAGNE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	11'909'750	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	1'054'473 (7% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	201'665 (2% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 - 5	m
Epaisseur de la nappe	e	2 - 20	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 - 15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.5 – 1 (0.8)	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	840	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	190	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	2.90	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	34.5	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	69	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	86	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	69	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 138	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 155	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE L'AIRE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe (CH)	S_{tot}	2'445'113	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	127'214 (5% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	8'465 (0.4% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 - 5	m
Epaisseur de la nappe	e	0.5 - 7	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 - 15	%
Gradient hydraulique estimé	i	1	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	1050	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	240	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	3.49	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	8.5	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	17	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	21	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	17	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 34	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 38	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE CAROUGE – LA PRAILLE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	2'591'309	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	2'589'494 (100% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	432'641 (17% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	3 - 10	m
Epaisseur de la nappe	e	1 - 10	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 - 15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.35	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	380	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	85	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	1.43	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	3.5	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	7.5	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	9	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	7.5	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 15	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 16	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE PLAINPALAIS

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	2'359'907	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	2'341'542 (99% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	443'885 (19% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 - 5	m
Epaisseur de la nappe	e	0.5 - 5	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 - 15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.1 - 0.5	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	210 - 1050	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	50 - 270	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	1.08	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S$	2.5	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	5	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	6.5	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	5	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 10	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 11.5	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE PUPLINGE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	5'554'962	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	3'074'836 (55% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	1'052'483 (19% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 – 7	m
Epaisseur de la nappe	e	1 – 5	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 - 15	%
Gradient hydraulique moyen estimé	i	0.7	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	630 – 1500	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	140 – 370	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	2.39	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S$	13	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	26.5	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	33	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	26.5	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 53	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 59.5	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE LA ZONE INDUSTRIELLE DE PLAN-LES-OUATES (ZIPLO)

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	1'831'191	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	1'486'750 (81% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	938'414 (51% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 - 4	m
Epaisseur de la nappe	e	0.5 - 3	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	5 - 10	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.5	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	40 - 800	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	10 - 140	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.09	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.2	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.3	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / (COP - 1)$	0.4	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.3	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.6	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.7	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE CHANCY

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	1'218'815	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	185'120 (15% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	91'063 (7% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	2 - 5	m
Epaisseur de la nappe	e	1 - 10	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	10 - 15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.5	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	500 - 1000	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	120 - 260	m/an

NAPPE DE CHANCY			
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	1.39	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	1.7	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	3.4	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	4.2	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	3.4	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 6.8	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 7.6	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPES DE DARDAGNY ET DE RUSSIN

Paramètres des nappes			
Surface totale des nappes	S_{tot}	1'581'369	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	164'322 (10% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	27'789 (2% de S_{tot})	m ²
Profondeur des nappes en basses eaux	P_1	2 – 3	m
Epaisseur des nappes	e	1 – 3	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	5 - 15	%
Gradient hydraulique moyen estimé	i	0.85	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	90 - 1800	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	20 - 450	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble des nappes ¹⁾	P_u	0.42	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble des nappes ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.7	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble des nappes	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	1.3	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP-1$	1.7	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	1.3	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 2.6	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 3.0	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DU NANT D'AVRIL

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	3'740'353	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	1'835'412 (49% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	1'489'850 (40% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	2 - 15	m
Epaisseur de la nappe	e	1 - 2	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.2	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	30 - 60	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	5 - 10	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.05	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.2	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.4	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	0.5	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.4	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.8	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.9	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPES DE CORSIER DE D'ANIERES - SUD

Paramètres des nappes			
Surface totale des nappes	S_{tot}	1'045'348	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	786'842 (75% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	113'020 (11% de S_{tot})	m ²
Profondeur des nappes en basses eaux	P_1	1 - 3	m
Epaisseur des nappes	e	1 - 2	m
Perméabilité moyenne	K	$1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	1	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	20 - 300	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	5 - 200	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble des nappes ¹⁾	P_u	0.05	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble des nappes ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.05	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble des nappes	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.1	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	0.12	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.1	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.2	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.22	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE D'ANIERES - NORD

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	238'095	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	116'710 (49% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	18'620 (8% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	2 – 3	m
Epaisseur de la nappe	e	2 – 3	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.5	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	530 – 800	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	15 – 120	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.04	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.01	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.02	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	0.025	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.02	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.04	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.045	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPES DE VERSOIX ET DE GENTHOD - VERSOIX

Paramètres des nappes			
Surface totale des nappes	S_{tot}	1'048'069	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	988'079 (94% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	292'095 (28% de S_{tot})	m ²
Profondeur des nappes en basses eaux	P_1	2 – 5	m
Epaisseur des nappes	e	2 – 4	m
Perméabilité moyenne	K	$1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.9	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	300	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	50	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble des nappes ¹⁾	P_u	0.05	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble des nappes ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.06	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble des nappes	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.1	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation des nappes ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	0.15	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.1	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.2	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.25	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DE BELLERIVE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	444'205	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	411'748 (93% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	23'010 (5% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 – 3	m
Epaisseur de la nappe	e	1 – 3	m
Perméabilité moyenne	K	$1 \cdot 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.5	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	100 - 150	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	25 - 30	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.04	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.02	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.04	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / (COP - 1)$	0.05	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.04	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.08	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.09	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DU DELTA DE L'HERMANCE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	144'315	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	87'694 (61% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	11'576 (8% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	2 – 3	m
Epaisseur de la nappe	e	2 – 10	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4} - 10^{-3}$	m/s
Porosité efficace	φ	15	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.8	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	840	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	200	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	2.20	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.3	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.6	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / (COP - 1)$	0.8	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.6	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 1.3	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 1.4	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling

NAPPE DE CELIGNY

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	243'110	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	121'075 (50% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	2'369 (1% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	2 – 3	m
Epaisseur de la nappe	e	2 – 3	m
Perméabilité moyenne	K	$1*10^{-5} - 5*10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	3	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	950	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	165	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.06	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u * S_{tot}$	0.015	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} * 2000h$	0.03	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} * COP / COP - 1$	0.04	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.03	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.06	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.07	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling

NAPPE DE LA PLAINE

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	284'806	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	87'060 (31% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	80'437 (28% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	1 – 5	m
Epaisseur de la nappe	e	1 – 4	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-4}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.5	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	800	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	140	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.09	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.03	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.05	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / (COP - 1)$	0.06	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.05	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.1	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.11	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

NAPPE DES PÂQUIS

(nappe non exploitable)

Paramètres de la nappe			
Surface totale de la nappe	S_{tot}	291'177	m ²
Surface totale des zones construites et constructibles	S	284'449 (98% de S_{tot})	m ²
Surface totale des zones de développement	$S_{dév}$	39'820 (14% de S_{tot})	m ²
Profondeur de la nappe en basses eaux	P_1	3 – 4	m
Epaisseur de la nappe	e	1 – 3	m
Perméabilité moyenne	K	$5 \cdot 10^{-5}$	m/s
Porosité efficace	φ	10	%
Gradient hydraulique estimé	i	0.2	%
Vitesse estimée des écoulements souterrains	V	30	m/an
Vitesse estimée du front thermique	V_{th}	5	m/an

Potentiel d'exploitation avec production de chaleur uniquement, 2'000 h/an			
Puissance unitaire exploitable moyenne sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	P_u	0.05	W/m ²
Puissance thermique exploitable sur l'ensemble de la nappe ¹⁾	$P_{tot} = P_u \cdot S_{tot}$	0.016	MW
Energie thermique exploitable annuellement sur l'ensemble de la nappe	$E_{tot} = P_{tot} \cdot 2000h$	0.032	GWh _{th} /an
Production potentielle de chaleur par utilisation de la nappe ²⁾	$E_{th,tot} = E_{tot} \cdot COP / COP - 1$	0.04	GWh _{th} /an
Production potentielle de rafraîchissement ³⁾	$E_{frig,tot} = E_{tot}$	0.032	GWh _{frig} /an
Potentiel d'exploitation avec production de chaleur et de froid			
Energie exploitable en cas de production de chaleur et de froid, bilan annuel équilibré par recharge thermique	$E_{tot,rech}$	≥ 0.064	GWh/an
Soit potentiel de production de chaleur et de froid ⁴⁾	$E_{tot,rech} = E_{th,tot} + E_{frig,tot}$	≥ 0.072	GWh _{th} /an

- 1) Puissance soutirée à la nappe, considérée à l'évaporateur de la PAC
- 2) Installation standard avec PAC conventionnelle, COP = 5
- 3) Production de froid par installation de type freecooling
- 4) Installation standard. Somme de l'énergie produite avec PAC conventionnelle (COP = 5) et freecooling en été

ANNEXE CHAPITRE 9 :
COUPES GEOLOGIQUES PROFONDES



Implantation des coupes géologiques (traits orange). Le fond de carte représente la carte géologique et les couleurs des formations correspondent à celles de la figure 9-11 (Volume 1). Les lignes rouges représentent les failles répertoriées et les lignes bleues les principaux chevauchements (d'après cartes BRGM 628, 629, 653, 654, 677 et 678). La ligne discontinue grise donne les limites de la partie « Bassin sédimentaire » à l'intérieur de laquelle les données sismiques ont été utilisées. Traits violets : lignes sismiques. Points jaunes : forages pétroliers. Point rouge : forage de Thônex.

