

Étude globale pour l'aménagement de la Bassée  
Étude hydrogéologique de faisabilité

ARMINES/Mines Paris

Avril 2005

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>22</b>
<b>I</b>	<b>Rapport</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>Cadre géographique</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>Topographie</b>	<b>28</b>
	Données photogrammétriques . . . . .	28
	Estimation de l'altitude moyenne de la surface topographique dans les mailles . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Géologie</b>	<b>33</b>
	Contexte régional . . . . .	33
	Le plateau d'Ile-de-France . . . . .	33
	La plaine alluviale de la Seine . . . . .	34
	Le substratum crayeux . . . . .	35
	Sondages de reconnaissance dans la Bassée . . . . .	36
	Sondages de reconnaissance BRGM (1965) . . . . .	37
	Sondages de reconnaissance du Projet Bassée (2002–2003) . . . . .	45
	Conclusion . . . . .	45
<b>5</b>	<b>Hydrographie</b>	<b>49</b>
	La Seine . . . . .	49
	L'Auxence . . . . .	49
	La Voulzie . . . . .	50
	L'ancien canal de navigation Bray-la Tombe . . . . .	50
	Le canal de la SAGEP . . . . .	50
	Les annexes hydrauliques de la Seine . . . . .	50
	Les lacs de gravière . . . . .	51
	Les noues . . . . .	51
	Les fossés . . . . .	52
<b>6</b>	<b>Hydrogéologie</b>	<b>53</b>
	Échelle de temps . . . . .	53
	Le système aquifère . . . . .	53
	Définition des limites . . . . .	56
	Conditions aux limites hydrauliques . . . . .	57
	Paramètres du modèle hydrogéologique . . . . .	59
	Piézométrie . . . . .	64
	La charge hydraulique . . . . .	64
	Mesures piézométriques . . . . .	65

<b>7</b>	<b>Conceptualisation du système</b>	<b>69</b>
	Le substratum : l'aquiclude de la Craie profonde . . . . .	69
	L'aquifère de la Craie inférieure . . . . .	70
	L'aquitard de la Craie supérieure . . . . .	70
	L'aquifère des Alluvions anciennes . . . . .	71
	Les interfaces . . . . .	71
	Les Alluvions modernes . . . . .	71
	Les surfaces de contact lac de gravière–Alluvions anciennes. . . . .	71
	Les surfaces de contact rivière–Alluvions anciennes . . . . .	71
	Schéma conceptuel . . . . .	72
	Relations eaux de surface–eaux souterraines . . . . .	73
	Le Projet Bassée dans le contexte hydrogéologique local . . . . .	74
	Impacts hydrogéologiques du <i>surstockage</i> d'eau dans les casiers . . . . .	75
<b>8</b>	<b>Modèle hydrogéologique</b>	<b>78</b>
	Introduction . . . . .	78
	Principes de construction du modèle . . . . .	80
	Discrétisation de l'espace . . . . .	81
	Les trois couches du modèle . . . . .	85
	Aquifère des Alluvions anciennes . . . . .	85
	Aquitard de la Craie supérieure . . . . .	89
	Aquifère de la Craie inférieure . . . . .	89
	<i>Surlacs</i> . . . . .	89
	Terminologie . . . . .	90
	Conclusion . . . . .	91
<b>9</b>	<b>Simulations du fonctionnement du système de <i>surstockage</i></b>	<b>93</b>
	Approche déterministe vs. probabiliste . . . . .	93
	Approche déterministe . . . . .	93
	Approche probabiliste . . . . .	93
	Principe de superposition . . . . .	94
	Hypothèses . . . . .	94
	Résultats . . . . .	96
	Simulations de Monte–Carlo . . . . .	96
	Simulations du fonctionnement du système de <i>surstockage</i> . . . . .	98
<b>10</b>	<b>Incertitudes</b>	<b>265</b>
	Nature des incertitudes . . . . .	265
	Évaluation des incertitudes. . . . .	267
<b>11</b>	<b>Conclusions et recommandations</b>	<b>268</b>
	Conclusions . . . . .	268
	Faisabilité du Projet Bassée . . . . .	275
	Recommandations . . . . .	276
	Cadre méthodologique . . . . .	276
	Esquisse d'un programme d'acquisition de mesures hydrogéologiques . . . . .	279
<b>II</b>	<b>Annexes</b>	<b>280</b>
<b>A</b>	<b>Coupes géologiques des forages BRGM (1965)</b>	<b>281</b>

<b>B Coupes géologiques des forages du Projet Bassée</b>	<b>315</b>
<b>C Mesures piézométriques BRGM (1965)</b>	<b>331</b>
Chronologie des mesures BRGM (1965)	347
Correspondances numéro BRGM ↔ label carte des points d'eau	350
Coordonnées des points de mesure BRGM (1965)	354
<b>D Mesures piézométriques du Projet Bassée</b>	<b>356</b>
Coordonnées des piézomètres du Projet Bassée	356
Mesures piézométriques du Projet Bassée	358
<b>E Enregistrements de fluctuations locales de la charge hydraulique</b>	<b>361</b>
Fluctuations de la charge hydraulique dans les piézomètres du Projet Bassée	362
Fluctuations de la charge hydraulique dans les piézomètres de l'AESN	372
Corrélations	376
<b>F Mesures de la conductivité hydraulique verticale des Alluvions modernes</b>	<b>379</b>
<b>G Transmissivité des Alluvions anciennes</b>	<b>382</b>
Mesures BRGM (1965)	382
Mesures PIREN-SEINE	384
Données issues des archives du BRGM Ile-de-France	387
Bilan des données	394
<b>H Sur les faciès de la « Craie supérieure »</b>	<b>395</b>
Analyse	398
Corrélation toit de la Craie sous Tertiaire vs. faciès de la Craie sous Alluvions.	398
Distribution spatiale des faciès de la Craie sous Alluvions	398
Absence, en dehors de la Bassée, de Craie altérée sous les Alluvions	401
Possibilité d'une karstification	401
Accident du barrage de Cannes-Écluse	402
Piézomètre de Compigny.	402
Conclusion	402
Faciès du toit de Craie dans les sondages BRGM	404
<b>I MOSARL</b>	<b>409</b>
Le modèle <b>mosarl</b>	409
<b>J Tableaux de résultats des simulations</b>	<b>414</b>
Simulation 1 : flux calculés et débits de rabattement	414
Flux calculés	414
Débits de rabattement	417
Simulation 2 : flux calculés	420
Simulation 3 : flux calculés	422
Simulation 4 : flux calculés	424
<b>K Méthodes de mesure <i>in situ</i> de la perméabilité</b>	<b>427</b>
Essais de pompage	427
Essais par paliers	427
Slug tests	428
Mesure des propriétés hydrauliques de formations peu perméables	428
Théorie	431

Méthode d'analyse . . . . .	433
Essais avec débitmètre (« essais au micromoulinet ») . . . . .	434
Transmissivité d'un aquifère anisotrope . . . . .	439
Tenseur de transmissivité . . . . .	439
Détermination des composantes du tenseur de transmissivité . . . . .	440
<b>L Méthodes géophysiques . . . . .</b>	<b>447</b>
Mesures géophysiques . . . . .	447
Thermographie infrarouge . . . . .	447
Méthodes électriques et électromagnétiques . . . . .	447
Mesures de résistivité électrique . . . . .	447
Mesures électromagnétiques . . . . .	448
L'expérience des hydrogéophysiciens danois . . . . .	449
<b>M Conductivité électrique et perméabilité des roches . . . . .</b>	<b>451</b>
Modèle de réduction dimensionnelle de liens . . . . .	451
Solution à une dimension . . . . .	452
Résultats numériques en dimension $d \geq 2$ . . . . .	453
Estimations analytiques en dimension $d \geq 2$ . . . . .	454
<b>N Sur la corrélation entre les conductivités électrique et hydraulique dans les aquifères . . . . .</b>	<b>457</b>
Introduction . . . . .	457
Théorie de la corrélation EH dans les milieux poreux . . . . .	458
Corrélation EH positive . . . . .	460
Corrélation EH négative . . . . .	462
Corrélation EH transitionnelle . . . . .	466
Corrélations EH à l'échelle du terrain . . . . .	467
Corrélations EH positives à l'échelle du terrain . . . . .	469
Corrélations EH négatives à l'échelle du terrain . . . . .	470
<b>O Caractérisation géoélectrique du champ de conductivité hydraulique et de sa variabilité à différentes échelles d'espace . . . . .</b>	<b>471</b>
Introduction . . . . .	471
Upscaling du signal géoélectrique, en vue d'estimer la conductivité électrique . . . . .	472
Estimation des coefficients $(a, b)$ de la corrélation EH . . . . .	474
Estimation géoélectrique des spectres de $Y$ et $K$ à différentes échelles d'espace . . . . .	475
Implémentation au Central Nevada Testing Area (CNTA) . . . . .	476
Mesures dans les forages du CNTA . . . . .	477
Mesures de résistivité latérale apparente au CNTA . . . . .	478
Corrélation des conductivités EH au CNTA . . . . .	479
Structure spatiale de la conductivité EH au CNTA . . . . .	481
Conjecture sur l'implémentation horizontale au CNTA . . . . .	483
Implémentation au site Cape Cod de l'USGS . . . . .	484
Mesures géoélectriques et hydrauliques au site Cape Cod . . . . .	484
Corrélation des conductivités EH au site Cape Cod . . . . .	486
Structure spatiale de la conductivité EH au site Cape Cod . . . . .	487
Conjecture sur l'implémentation horizontale au site Cape Cod . . . . .	488
Résumé et Conclusions . . . . .	488

<b>P</b>	<b>Méthodes de caractérisation stochastique d'un site</b>	<b>490</b>
	Introduction . . . . .	490
	Réduction des données : statistiques des mesures $z$ . . . . .	491
	Analyse exploratoire univariée des données . . . . .	491
	Analyse exploratoire bivariée des données . . . . .	493
	Des données au modèle . . . . .	494
	Les statistiques de la fonction aléatoire spatiale $Z$ . . . . .	495
	Cas de distributions de probabilité normales uni- ou bi-variée . . . . .	497
	Modèles de covariances et de demi-variogrammes . . . . .	501
	Le modèle exponentiel . . . . .	501
	Le modèle gaussien . . . . .	502
	Le modèle sphérique . . . . .	502
	Le modèle à effet de pépite . . . . .	502
	Modèle en loi puissance . . . . .	503
	Les modèles autorisés . . . . .	504
	Données publiées . . . . .	506
	Représentation spectrale et limites de la résolution spatiale . . . . .	506
	Modèles de corrélation pour les architectures géologiques complexes . . . . .	508
	Caractérisation à trois niveaux hiérarchiques . . . . .	510
	Utilisation de fonctions indicatrices dans des situations non hiérarchiques . . . . .	515
	Semi-variogrammes d'indicatrices dans des situations hiérarchiques bimodales ou à deux niveaux hiérarchiques . . . . .	517
	Sur la stationnarité et l'ergodicité . . . . .	519
<b>Q</b>	<b>Estimation ponctuelle et simulation d'images</b>	<b>522</b>
	Théorie de la régression linéaire et méthode du krigeage simple . . . . .	522
	Discussion . . . . .	524
	Co-krigeage simple . . . . .	526
	Méthode du krigeage ordinaire . . . . .	527
	Propriétés du krigeage, simple ou ordinaire . . . . .	530
	Estimateurs bayésiens . . . . .	532
	Conditionnement par des données molles . . . . .	533
	Simulation d'images . . . . .	535
	Méthode de décomposition de Cholesky . . . . .	535
	Exemple . . . . .	537
	Simulation séquentielle normale . . . . .	538
<b>R</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>543</b>
<b>S</b>	<b>Glossaire</b>	<b>545</b>
<b>III</b>	<b>Programmes et archives</b>	<b>556</b>
<b>T</b>	<b>Programmes</b>	<b>557</b>
	<b>GEOSARL</b> . . . . .	559
	But . . . . .	559
	Compilation . . . . .	559
	Utilisation . . . . .	559
	Programme . . . . .	559
	<b>Maillages</b> . . . . .	576
	Extension horizontale des couches . . . . .	576

Traits du maillage . . . . .	580
Cartes de maillages . . . . .	586
Programme <b>A1</b> . . . . .	587
Craie inférieure . . . . .	623
<b>MOSARL</b> . . . . .	631
But . . . . .	631
Compilation . . . . .	632
Utilisation . . . . .	632
Programme . . . . .	632
<b>BOSARL</b> . . . . .	810
Compilation . . . . .	810
Utilisation . . . . .	810
Programme <b>BOSARL</b> . . . . .	811
<b>ZOOM</b> . . . . .	841
Compilation . . . . .	841
Utilisation . . . . .	841
Programme <b>ZOOM</b> . . . . .	842
<b>mos2plot</b> . . . . .	862
Compilation . . . . .	862
Utilisation . . . . .	862
Programme <b>MOS2PLOT</b> . . . . .	863
<b>TOPO</b> . . . . .	878
Données . . . . .	878
Compilation . . . . .	880
Programme . . . . .	880
Programmes de traitement des mesures piézométriques . . . . .	898
Piézométrie : <b>XY</b> . . . . .	898
Piézométrie : <b>postXY</b> . . . . .	904
Piézométrie : <b>comprime</b> . . . . .	908
Piézométrie : <b>pgm2</b> . . . . .	915
Transformations de coordonnées . . . . .	918
But . . . . .	918
Coordonnées modèle . . . . .	918
Coordonnées NTF $\Leftrightarrow$ coordonnées RGF 93 . . . . .	918
Compilation . . . . .	918
Coordonnées Lambert 1 $\Leftrightarrow$ coordonnées-modèle . . . . .	920
Compilation . . . . .	921
Utilisation . . . . .	921
Correspondances entre coordonnées-modèle . . . . .	922
Correspondances entre les numéros de ligne et de colonnes des différentes couches . . . . .	923
Programme . . . . .	923
<b>map</b> . . . . .	937
But . . . . .	937
Compilation . . . . .	937
Utilisation . . . . .	937
Programme . . . . .	937
Jaugeages . . . . .	942
Utilisation . . . . .	942
Compilation . . . . .	944
Programme <b>jauge</b> . . . . .	945
Programme de génération de fonctions aléatoires 2D . . . . .	962

Organisation du code . . . . .	962
Variables d'entrée . . . . .	963
Exemples . . . . .	965
Construction de fichiers $\text{\LaTeX}$ . . . . .	971
But . . . . .	971
Programmes . . . . .	971
<b>impr</b> . . . . .	981
Programme <b>impr</b> . . . . .	982
Librairie graphique <b>calcomp</b> . . . . .	989
Description des routines . . . . .	989
Utilisation de la librairie <b>calcomp</b> . . . . .	993
Palettes . . . . .	993

**U Archives** **995**

# Table des figures

2.1	La Bassée dans son contexte géologique . . . . .	26
3.1	Le semis de points cotés en altitude (source : AXIS-CONSEIL) . . . . .	29
3.2	Topographie de la Bassée aval . . . . .	31
3.3	Topographie lissée de la Bassée . . . . .	32
4.1	Fréquence de « sable » . . . . .	41
4.2	Fréquence de « gravier » . . . . .	41
4.3	Fréquence de « craie » . . . . .	42
4.4	Fréquence d' « argile » . . . . .	42
4.5	Fréquence de « terre » . . . . .	42
4.6	Fréquence de « silex » . . . . .	42
4.7	Fréquence de « limon » . . . . .	43
4.8	Fréquence de « marne » . . . . .	43
4.9	Fréquence de « gravillon » . . . . .	43
4.10	Fréquence de « tourbe » . . . . .	43
4.11	Fréquence de « galet » . . . . .	44
4.12	Fréquence de « cailloutis » . . . . .	44
4.13	Synthèse du sous-sol de la Bassée . . . . .	46
4.14	Carte de l'épaisseur des Alluvions modernes . . . . .	47
4.15	Carte de l'épaisseur des Alluvions anciennes . . . . .	47
4.16	Carte du toit de la Craie . . . . .	48
6.1	Points de définition du profil en long de la Seine, variante 1965 . . . . .	58
6.2	Profil en long de la Seine, variante 1965 . . . . .	58
6.3	Points de définition du profil en long de la Seine, variante 2003 . . . . .	58
6.4	Profil en long de la Seine, variante 2003 . . . . .	58
6.5	Points de définition du profil en long de l'Auxence . . . . .	59
6.6	Profil en long de l'Auxence . . . . .	59
6.7	Points de définition du profil en long de la Voulzie . . . . .	59
6.8	Profil en long de la Voulzie . . . . .	59
6.9	Distribution statistique de la conductivité hydraulique verticale des Alluvions modernes . . . . .	61
6.10	Histogramme des transmissivités (essais BRGM (1965)) . . . . .	63
6.11	Carte du réseau piézométrique du Projet Bassée . . . . .	67
7.1	Schéma de la distribution verticale de la perméabilité . . . . .	72
7.2	Évolution des lacs de gravière dans la zone du Projet Bassée . . . . .	73
7.3	Relations entre un casier et le système aquifère . . . . .	74
7.4	Flux d'eau échangés entre un <i>surlac</i> et le système aquifère . . . . .	75
7.5	Risque d'inondation de cave . . . . .	76
7.6	Réseau d'écoulement autour d'un drain . . . . .	76
7.7	Principe des pompages de rabattement de la nappe phréatique . . . . .	77

8.1	Carte du maillage, variante 2010 . . . . .	83
8.2	Carte du maillage, variante 2050 . . . . .	84
8.3	Condition de drain . . . . .	88
9.1	Crue 1910 : débits optimaux de prélèvement dans la Seine (HYDRATEC) . . . . .	97
9.2	Crue 1924 : débits optimaux de prélèvement dans la Seine (HYDRATEC) . . . . .	97
9.3	Crue 1955 : débits optimaux de prélèvement dans la Seine (HYDRATEC) . . . . .	97
9.4	Crue 1982 : débits optimaux de prélèvement dans la Seine (HYDRATEC) . . . . .	97
9.5	Débits de remplissage et de vidange des casiers (crue de 1955) . . . . .	99
9.6	Numérotation des 8 <i>surlacs</i> . . . . .	101
9.7	Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les <i>surlacs</i> . . . . .	105
9.8	Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les <i>surlacs</i> . . . . .	105
9.9	Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les <i>surlacs</i> . . . . .	105
9.10	Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les <i>surlacs</i> . . . . .	105
9.11	Simulation 1 : débits injectés dans les 8 <i>surlacs</i> . . . . .	106
9.12	Simulation 2 : débits injectés dans les 8 <i>surlacs</i> . . . . .	106
9.13	Simulation 3 : débits injectés dans les 8 <i>surlacs</i> . . . . .	106
9.14	Simulation 4 : débits injectés dans les 8 <i>surlacs</i> . . . . .	106
9.15	Simulation 1 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions modernes. . . . .	107
9.16	Simulation 2 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions modernes. . . . .	107
9.17	Simulation 3 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions modernes. . . . .	107
9.18	Simulation 4 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions modernes. . . . .	107
9.19	Simulation 1 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions anciennes. . . . .	108
9.20	Simulation 2 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions anciennes. . . . .	108
9.21	Simulation 3 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions anciennes. . . . .	108
9.22	Simulation 4 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par les Alluvions anciennes. . . . .	108
9.23	Simulation 1 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par la Craie supérieure. . . . .	109
9.24	Simulation 2 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par la Craie supérieure. . . . .	109
9.25	Simulation 3 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par la Craie supérieure. . . . .	109
9.26	Simulation 4 : débits de fuite des 8 <i>surlacs</i> par la Craie supérieure. . . . .	109
9.27	Simulation 1 : débits de fuite totaux des 8 <i>surlacs</i> . . . . .	110
9.28	Simulation 2 : débits de fuite totaux des 8 <i>surlacs</i> . . . . .	110
9.29	Simulation 3 : débits de fuite totaux des 8 <i>surlacs</i> . . . . .	110
9.30	Simulation 4 : débits de fuite totaux des 8 <i>surlacs</i> . . . . .	110
9.31	Simulation 1 : débits drainés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	111
9.32	Simulation 2 : débits drainés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	111
9.33	Simulation 3 : débits drainés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	111
9.34	Simulation 4 : débits drainés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	111
9.35	Simulation 1 : débits drainés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	112
9.36	Simulation 2 : débits drainés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	112
9.37	Simulation 3 : débits drainés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	112
9.38	Simulation 4 : débits drainés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	112
9.39	Simulation 1 : débits drainés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	113
9.40	Simulation 2 : débits drainés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	113
9.41	Simulation 3 : débits drainés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	113
9.42	Simulation 4 : débits drainés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	113
9.43	Simulation 1 : débits drainés par le bief du drain Nord. . . . .	114
9.44	Simulation 2 : débits drainés par le bief du drain Nord. . . . .	114
9.45	Simulation 3 : débits drainés par le bief du drain Nord. . . . .	114
9.46	Simulation 4 : débits drainés par le bief du drain Nord. . . . .	114
9.47	Simulation 1 : débits drainés par les 3 biefs du drain Sud. . . . .	115

9.48	Simulation 2 : débits drainés par les 3 biefs du drain Sud. . . . .	115
9.49	Simulation 3 : débits drainés par les 3 biefs du drain Sud. . . . .	115
9.50	Simulation 4 : débits drainés par les 3 biefs du drain Sud. . . . .	115
9.51	Simulation 1 : débits exfiltrés vers les 7 biefs de la Seine. . . . .	116
9.52	Simulation 2 : débits exfiltrés vers les 7 biefs de la Seine. . . . .	116
9.53	Simulation 3 : débits exfiltrés vers les 7 biefs de la Seine. . . . .	116
9.54	Simulation 4 : débits exfiltrés vers les 7 biefs de la Seine. . . . .	116
9.55	Simulation 1 : débits exfiltrés vers les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	117
9.56	Simulation 2 : débits exfiltrés vers les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	117
9.57	Simulation 3 : débits exfiltrés vers les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	117
9.58	Simulation 4 : débits exfiltrés vers les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	117
9.59	Simulation 1 : débits exfiltrés vers les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	118
9.60	Simulation 2 : débits exfiltrés vers les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	118
9.61	Simulation 3 : débits exfiltrés vers les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	118
9.62	Simulation 4 : débits exfiltrés vers les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	118
9.63	Simulation 1 : débits drainés + débits exfiltrés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	119
9.64	Simulation 2 : débits drainés + débits exfiltrés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	119
9.65	Simulation 3 : débits drainés + débits exfiltrés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	119
9.66	Simulation 4 : débits drainés + débits exfiltrés par les 7 biefs de la Seine. . . . .	119
9.67	Simulation 1 : débits drainés + débits exfiltrés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	120
9.68	Simulation 2 : débits drainés + débits exfiltrés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	120
9.69	Simulation 3 : débits drainés + débits exfiltrés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	120
9.70	Simulation 4 : débits drainés + débits exfiltrés par les 6 biefs de l'Auxence. . . . .	120
9.71	Simulation 1 : débits drainés + débits exfiltrés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	121
9.72	Simulation 2 : débits drainés + débits exfiltrés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	121
9.73	Simulation 3 : débits drainés + débits exfiltrés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	121
9.74	Simulation 4 : débits drainés + débits exfiltrés par les 2 biefs de la Voulzie. . . . .	121
9.75	Simulation 1 : variations par unité de temps de l'emmagasinement dans les 3 couches. . . . .	122
9.76	Simulation 2 : variations par unité de temps de l'emmagasinement dans les 3 couches. . . . .	122
9.77	Simulation 3 : variations par unité de temps de l'emmagasinement dans les 3 couches. . . . .	122
9.78	Simulation 4 : variations par unité de temps de l'emmagasinement dans les 3 couches. . . . .	122
9.79	Simulation 1 : débit injecté total. . . . .	123
9.80	Simulation 2 : débit injecté total. . . . .	123
9.81	Simulation 3 : débit injecté total. . . . .	123
9.82	Simulation 4 : débit injecté total. . . . .	123
9.83	Simulation 1 : débit exfiltré total. . . . .	124
9.84	Simulation 2 : débit exfiltré total. . . . .	124
9.85	Simulation 3 : débit exfiltré total. . . . .	124
9.86	Simulation 4 : débit exfiltré total. . . . .	124
9.87	Simulation 1 : débit de «drainage» total. . . . .	125
9.88	Simulation 2 : débit de «drainage» total. . . . .	125
9.89	Simulation 3 : débit de «drainage» total. . . . .	125
9.90	Simulation 4 : débit de «drainage» total. . . . .	125
9.91	Simulation 1 : variation totale de l'emmagasinement par unité de temps. . . . .	126
9.92	Simulation 2 : variation totale de l'emmagasinement par unité de temps. . . . .	126
9.93	Simulation 3 : variation totale de l'emmagasinement par unité de temps. . . . .	126
9.94	Simulation 4 : variation totale de l'emmagasinement par unité de temps. . . . .	126
9.95	Simulation 1 : débit de fuite total. . . . .	127
9.96	Simulation 2 : débit de fuite total. . . . .	127
9.97	Simulation 3 : débit de fuite total. . . . .	127
9.98	Simulation 4 : débit de fuite total. . . . .	127



9.124 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	153
9.125 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions au début de la vidange des casiers . . . . .	154
9.126 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions à la fin de la vidange des casiers . . . . .	155
9.127 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	156
9.128 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	157
9.129 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	158
9.130 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	159
9.131 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	160
9.132 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin de la phase de remplissage . . . . .	161
9.133 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	162
9.134 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	163
9.135 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	164
9.136 Simulation 1 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin du remplissage des casiers . .	165
9.137 Simulation 1 : débits de fuite et débits exfiltrés, au début de la vidange des casiers . .	166
9.138 Simulation 1 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin de la vidange des casiers . . .	167
9.139 Simulation 1 : débits de fuite et débits exfiltrés, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	168
9.140 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Marolles, à la fin du remplissage des casiers	169
9.141 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Marolles, au début de la vidange des casiers et débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	170
9.142 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Marolles, à la fin de la vidange des casiers .	171
9.143 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Marolles, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	172
9.144 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à La Tombe, à la fin du remplissage des casiers	173
9.145 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à la Tombe, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	174
9.146 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à la Tombe, à la fin de la vidange des casiers .	175
9.147 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à la Tombe, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	176
9.148 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Gravon, à la fin du remplissage des casiers .	177
9.149 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Gravon, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	178
9.150 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Gravon, à la fin de la vidange des casiers . .	179
9.151 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	180
9.152 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Châtenay, à la fin du remplissage des casiers	181
9.153 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Châtenay, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	182
9.154 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Châtenay, à la fin de la vidange des casiers .	183

9.155 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Châtenay, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	184
9.156 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Balloy, à la fin du remplissage des casiers . .	185
9.157 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Balloy, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	186
9.158 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Balloy, à la fin de la vidange des casiers . . .	187
9.159 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Balloy, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	188
9.160 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bazoches à la fin du remplissage des casiers	189
9.161 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bazoches, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	190
9.162 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bazoches, à la fin de la vidange des casiers .	191
9.163 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bazoches, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	192
9.164 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bray à la fin du remplissage des casiers . .	193
9.165 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bray, au début de la vidange des casiers : débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	194
9.166 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Bray, à la fin de la vidange des casiers . . .	195
9.167 Simulation 1 <i>surcharges</i> hydrauliques à Bray, une semaine après la fin de la vidange des casiers : . . . . .	196
9.168 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Égligny, à la fin du remplissage des casiers .	197
9.169 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Égligny, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	198
9.170 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Égligny, à la fin de la vidange des casiers . .	199
9.171 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Égligny, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	200
9.172 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Vimpelles, à la fin du remplissage des casiers	201
9.173 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Vimpelles, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	202
9.174 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Vimpelles, à la fin de la vidange des casiers .	203
9.175 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Vimpelles, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	204
9.176 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Volangis, à la fin du remplissage des casiers .	205
9.177 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Volangis, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	206
9.178 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Volangis, à la fin de la vidange des casiers .	207
9.179 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Volangis, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	208
9.180 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Saint-Sauveur, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	209
9.181 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Saint-Sauveur, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	210
9.182 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Saint-Sauveur, à la fin de la vidange des casiers	211
9.183 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques à Saint-Sauveur, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	212
9.184 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques aux Ormes, à la fin du remplissage des casiers	213
9.185 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques aux Ormes, au début de la vidange des casiers ; débits à pomper pour rabattre la nappe . . . . .	214
9.186 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques aux Ormes, à la fin de la vidange des casiers .	215
9.187 Simulation 1 : <i>surcharges</i> hydrauliques aux Ormes, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	216

9.188 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	217
9.189 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, au début de la vidange des casiers . . . . .	218
9.190 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	219
9.191 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	220
9.192 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	221
9.193 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	222
9.194 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	223
9.195 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	224
9.196 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	225
9.197 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	226
9.198 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	227
9.199 Simulation 2 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	228
9.200 Simulation 2 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	229
9.201 Simulation 2 : débits de fuite et débits exfiltrés, au début de la vidange des casiers . . . . .	230
9.202 Simulation 2 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	231
9.203 Simulation 2 : débits de fuite et débits exfiltrés, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	232
9.204 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	233
9.205 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, au début de la vidange des casiers . . . . .	234
9.206 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	235
9.207 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	236
9.208 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	237
9.209 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	238
9.210 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	239
9.211 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	240
9.212 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	241
9.213 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	242
9.214 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	243

9.215 Simulation 3 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	244
9.216 Simulation 3 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin du remplissage des casiers . . .	245
9.217 Simulation 3 : débits de fuite et débits exfiltrés, au début de la vidange des casiers . . .	246
9.218 Simulation 3 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin de la vidange des casiers . . .	247
9.219 Simulation 3 : débits de fuite et débits exfiltrés, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	248
9.220 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	249
9.221 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, au début de la vidange des casiers . . . . .	250
9.222 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	251
9.223 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	252
9.224 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	253
9.225 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	254
9.226 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	255
9.227 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie supérieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	256
9.228 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin du remplissage des casiers . . . . .	257
9.229 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, au début de la vidange des casiers . . . . .	258
9.230 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, à la fin de la vidange des casiers . . . . .	259
9.231 Simulation 4 : <i>surcharges</i> hydrauliques dans la Craie inférieure, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	260
9.232 Simulation 4 : débits de fuite et débits exfiltrés, au début de la vidange des casiers . . .	261
9.233 Simulation 4 : débits de fuite et débits exfiltrés, au début de la vidange des casiers . . .	262
9.234 Simulation 4 : débits de fuite et débits exfiltrés, à la fin de la vidange des casiers . . .	263
9.235 Simulation 4 : débits de fuite et débits exfiltrés, une semaine après la fin de la vidange des casiers . . . . .	264
11.1 Simulation 1 : débit injecté et débit de fuite . . . . .	271
11.2 Simulation 2 : débit injecté et débit de fuite . . . . .	271
11.3 Simulation 3 : débit injecté et débit de fuite . . . . .	271
11.4 Simulation 4 : débit injecté et débit de fuite . . . . .	271
11.5 Simulation 1 : efficacités instantanée et globale du <i>surstockage</i> . . . . .	273
11.6 Simulation 2 : efficacités instantanée et globale du <i>surstockage</i> . . . . .	273
11.7 Simulation 3 : efficacités instantanée et globale du <i>surstockage</i> . . . . .	273
11.8 Simulation 4 : efficacités instantanée et globale du <i>surstockage</i> . . . . .	273
C.1 Répartition dans le temps des mesures BRGM en 1965 . . . . .	349
E.1 Fluctuations de la charge hydraulique au point EL1 (lac de gravière) . . . . .	362
E.2 Fluctuations de la charge hydraulique au point EL2 (lac de gravière) . . . . .	363
E.3 Fluctuations de la charge hydraulique au point EL3 (lac de gravière) . . . . .	363

E.4	Fluctuations de la charge hydraulique au point EL4 (lac de gravière)	363
E.5	Fluctuations de la charge hydraulique au point EL5 (lac de gravière)	363
E.6	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA12 (piézomètre)	364
E.7	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA16 (piézomètre)	364
E.8	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA19 (piézomètre)	364
E.9	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA36 (piézomètre)	365
E.10	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA39 (piézomètre)	365
E.11	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA4 (piézomètre)	366
E.12	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA51 (piézomètre)	366
E.13	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA56 (piézomètre)	367
E.14	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSA6 (piézomètre)	367
E.15	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSAH1 (piézomètre)	367
E.16	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSAH2 (piézomètre)	368
E.17	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSAH3 (piézomètre)	368
E.18	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSAH4 (piézomètre)	368
E.19	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSAH5 (piézomètre)	369
E.20	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSC17 (piézomètre)	369
E.21	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSC19 (piézomètre)	369
E.22	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSCH1 (piézomètre)	370
E.23	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSCH2 (piézomètre)	371
E.24	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSCH3 (piézomètre)	372
E.25	Fluctuations de la charge hydraulique au point PZSCH4 (piézomètre)	372
E.26	Fluctuations de la charge hydraulique dans le piézomètre de l'AESN à Égigny	373
E.27	Fluctuations de la charge hydraulique dans le piézomètre de l'AESN à Hermé	373
E.28	Fluctuations de la charge hydraulique dans le piézomètre de l'AESN à Mouy-sur-Seine	374
E.29	Fluctuations de la charge hydraulique dans le piézomètre de l'AESN à Noyen-sur-Seine (02606X0112)	374
E.30	Fluctuations de la charge hydraulique dans le piézomètre de l'AESN à Noyen-sur-Seine (02606X0125)	375
E.31	Coefficient de corrélation des charges hydrauliques en fonction de la distance entre points de mesure	378
G.1	Lacs de gravière de Vimpelles étudiés par le PIREN-SEINE	384
G.2	Lac de gravière, piézomètres, longueurs d'interface lac-Alluvions associées aux piézo- mètres et distances lac-piézo	385
H.1	Schéma interprétatif d'altération de la Craie (F. Hanot, 2004)	397
H.2	Répartition, dans la Bassée, des faciès de la Craie supérieure	399
H.3	Fluctuations de la charge hydraulique dans le piézomètre de Compiigny	403
K.1	Dispositif de mesure de la conductivité hydraulique d'une formation peu perméable	429
K.2	Évolution de la charge hydraulique dans le forage, pendant un essai	430
K.3	Schéma de la sonde dipôle et de l'écoulement associé aux essais	436
K.4	Lignes de courant et distribution du rabattement autour d'une sonde dipôle.	438
K.5	Dispositif d'un essai de pompage	440
K.6	Ellipse de transmissivité	443
N.1	Modèle de Bernabé et Revil, 1995	458
N.2	Trois réalisations d'un réseau représentant un milieu poreux	458
N.3	Corrélation ( $c, \theta$ ) de type Archie (Wong <i>et al.</i> , 1984)	461
N.4	Relation positive ( $c, K$ ) déduite de la loi d'Archie et de l'équation de Kozeny (Wong <i>et al.</i> , 1984)	462

N.5	Effacement de la corrélation de type Archie dans le cas de l'eau salée . . . . .	462
N.6	Liaisons électrochimiques à la surface d'une argile (Carrol, 1990) . . . . .	463
N.7	Relation entre la CEC et l'aire interne de surface intersticielle (Carroll, 1990) . . . . .	465
N.8	Corrélation ( $c, K$ ) négative (Jones et Buford, 1951) . . . . .	466
N.9	Corrélation ( $c, K$ ) négative en fonction de la conductivité électrique du fluide (Worthington, 1977) . . . . .	466
N.10	Corrélations ( $c, K$ ) positives citées dans la littérature . . . . .	469
N.11	Corrélations ( $c, K$ ) négatives citées dans la littérature . . . . .	470
O.1	Le site du Central Nevada Testing Area (CNTA) . . . . .	477
O.2	Forage HTH-23 du CNTA : diagraphie . . . . .	478
O.3	Mesures de résistivité électrique apparente dans un forage et depuis la surface . . . . .	478
O.4	Corrélation EH utilisant les mesures effectuées dans un forage . . . . .	480
O.5	Spectre de $Y$ déduit de mesures dans le forage HTH-4 du CNTA . . . . .	481
O.6	Forage HTH-4 du CNTA. Variance $\sigma_Y^2$ . . . . .	482
O.7	Variogramme vertical de $Y$ . . . . .	483
O.8	Site du Cape Cod . . . . .	484
O.9	Profils verticaux de résistivité électrique et de conductivité hydraulique dans le forage F444 . . . . .	485
O.10	Schéma de l'appareil Slim Hole 9510 de Century Geophysical . . . . .	485
O.11	Cape Cod : corrélation entre les conductivités hydraulique et électrique . . . . .	486
O.12	Spectres d'après mesures en forages . . . . .	487
O.13	Cape Cod : variance verticale $\sigma_{YY}^2$ de $Y$ . . . . .	488
P.1	Modèles courants de corrélation spatiale . . . . .	497
P.2	Covariance et variogramme exponentiels . . . . .	498
P.3	Fonction densité de probabilité normale bivariée . . . . .	500
P.4	Variogramme hypothétique de $\ln K$ . . . . .	503
P.5	Effets de l'effet de pépite et du modèle de demi-variogramme . . . . .	505
P.6	Effet de la longueur de corrélation . . . . .	506
P.7	Hiérarchie des structures sédimentaires alluviales . . . . .	511
Q.1	Influence des positions respectives des points de mesure . . . . .	525
Q.2	Effet du conditionnement par une donnée molle . . . . .	534
Q.3	Conditionnement d'une réalisation non conditionnelle . . . . .	537
Q.4	. . . . .	540
Q.5	Dix réalisations d'une aléatoire . . . . .	541
Q.6	Six réalisations d'une fonction aléatoire . . . . .	542
T.1	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	588
T.2	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	589
T.3	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	590
T.4	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	591
T.5	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	592
T.6	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	593
T.7	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	594
T.8	Carte partielle des <i>surcharges</i> hydrauliques dans les Alluvions . . . . .	595
T.9	Les 16 symboles centrés et leurs codes respectifs . . . . .	990
T.10	Palette de couleurs <b>calcomp</b> . . . . .	994

# Liste des tableaux

4.1	Analyses minéralogiques de la Craie sous-alluviale . . . . .	36
4.2	Épaisseurs des Alluvions modernes . . . . .	38
4.3	Statistiques des occurrences . . . . .	41
5.1	Jaugeages de l’Auxence . . . . .	50
5.2	Évolution de la superficie des lacs de gravière dans la zone du Projet Bassée . . . . .	51
6.1	Mesures de conductivité hydraulique . . . . .	55
6.2	Statistiques des conductivités hydrauliques verticales des Alluvions modernes . . . . .	60
6.3	Résultats des essais de pompage BRGM (1965) . . . . .	63
7.1	Propriétés de la craie profonde dans le forage de la Grande Paroisse . . . . .	69
7.2	Conceptualisation du système aquifère de la Bassée . . . . .	72
8.1	Dimensions des mailles . . . . .	81
8.2	Caractéristiques des maillages des Alluvions anciennes . . . . .	82
9.1	Hypothèses des simulations . . . . .	102
9.2	Débits de rabattement maximum ( $l\ s^{-1}$ ) . . . . .	103
11.1	Efficacité instantanée du <i>surstockage</i> à l’instant où les injections sont maximum . . . . .	272
11.2	Efficacité globale du <i>surstockage</i> . . . . .	272
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	281
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	282
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	283
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	284
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	285
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	286
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	287
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	288
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	289
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	290
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	291
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	292
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	293
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	294
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	295
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	296
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	297
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	298
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	299
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965 . . . . .	300

A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	301
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	302
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	303
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	304
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	305
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	306
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	307
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	308
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	309
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	310
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	311
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	312
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	313
A.1	Coupes géologiques des forages BRGM, 1965	314
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	315
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	316
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	317
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	318
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	319
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	320
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	321
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	322
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	323
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	324
B.1	Coupes géologiques des forages PZSC du Projet Bassée	325
B.2	Coupes géologiques des forages PZSA du Projet Bassée	326
B.2	Coupes géologiques des forages PZSA du Projet Bassée	327
B.2	Coupes géologiques des forages PZSA du Projet Bassée	328
B.2	Coupes géologiques des forages PZSA du Projet Bassée	329
B.2	Coupes géologiques des forages PZSA du Projet Bassée	330
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	332
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	333
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	334
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	335
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	336
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	337
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	338
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	339
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	340
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	341
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	342
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	343
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	344
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	345
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	346
C.1	Mesures piézométriques BRGM, 1965	347
C.2	Chronologie des mesures piézométriques BRGM, 1965	347
C.2	Chronologie des mesures piézométriques BRGM, 1965	348
C.3	Correspondances code point d'eau, numéro BRGM	350

C.3	Correspondances code point d'eau, numéro BRGM . . . . .	351
C.3	Correspondances code point d'eau, numéro BRGM . . . . .	352
C.3	Correspondances code point d'eau, numéro BRGM . . . . .	353
C.3	Correspondances code point d'eau, numéro BRGM . . . . .	354
C.4	Correspondances fichier préfixe . . . . .	355
D.1	Coordonnées des piézomètres du Projet Bassée . . . . .	356
D.1	Coordonnées des piézomètres du Projet Bassée . . . . .	357
D.1	Coordonnées des piézomètres du Projet Bassée . . . . .	358
D.2	Mesures de la charge hydraulique dans les piézomètres du Projet Bassée . . . . .	358
D.2	Mesures de la charge hydraulique dans les piézomètres du Projet Bassée . . . . .	359
D.2	Mesures de la charge hydraulique dans les piézomètres du Projet Bassée . . . . .	360
E.1	Coordonnées des limnigraphes . . . . .	361
E.2	Limnigraphes classés par amplitudes croissantes des fluctuations . . . . .	362
E.3	Coordonnées des piézomètres enregistreurs de l'AESN . . . . .	372
E.4	Matrice de corrélation linéaire des charges hydrauliques . . . . .	376
E.5	Matrice de corrélation linéaire des charges hydrauliques . . . . .	377
F.1	Résultats des mesures de conductivité hydraulique verticale des Alluvions modernes . .	379
F.1	Résultats des mesures de conductivité hydraulique verticale des Alluvions modernes . .	380
F.1	Résultats des mesures de conductivité hydraulique verticale des Alluvions modernes . .	381
G.1	Résultats des essais de pompage BRGM (1965) . . . . .	382
G.2	Résultats des réinterprétations des essais de pompage (Mégny, 1976) . . . . .	383
G.3	Paramètres calculés par la méthode du bilan (O. Schanen, 1998) . . . . .	387
G.4	Couples débit-rabattement du forage 0295-4X-0001 . . . . .	388
G.5	Essai de débit 0295-2X-0021 . . . . .	389
G.6	Essai de débit 0295-1X-0080 . . . . .	390
G.7	Essai de débit par paliers du forage 0295-1X-0080 . . . . .	390
G.8	Essai de débit par paliers du forage 0295-1X-0080 . . . . .	391
G.9	Pompages de longue durée . . . . .	392
G.10	Essai de pompage 0295-2X-0138 . . . . .	392
G.10	Essai de pompage 0295-2X-0138 . . . . .	393
G.10	Essai de pompage 0295-2X-0138 . . . . .	394
H.1	Statistiques d'occurrence des faciès de la Craie supérieure . . . . .	400
H.2	Pourcentages des différentes formes de Craie supérieure dans la Bassée . . . . .	404
H.3	Craie pâteuse . . . . .	404
H.3	Craie pâteuse . . . . .	405
H.4	Craie semi-pâteuse . . . . .	405
H.5	Craie grumeleuse . . . . .	406
H.5	Craie grumeleuse . . . . .	406
H.6	Craie en morceaux . . . . .	406
H.6	Craie en morceaux . . . . .	407
H.7	Craie en blocs . . . . .	407
H.7	Craie en blocs . . . . .	408
H.8	Craie . . . . .	408
J.1	Simulation 1 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	414
J.1	Simulation 1 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	415
J.1	Simulation 1 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	416

J.2	Débits de rabattement de la nappe phréatique dans les villages exposés au risque d'inondation de caves . . . . .	417
J.2	Débits de rabattement de la nappe phréatique dans les villages exposés au risque d'inondation de caves . . . . .	418
J.2	Débits de rabattement de la nappe phréatique dans les villages exposés au risque d'inondation de caves . . . . .	419
J.3	Simulation 2 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	420
J.3	Simulation 2 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	421
J.3	Simulation 2 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	422
J.4	Simulation 3 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	422
J.4	Simulation 3 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	423
J.4	Simulation 3 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	424
J.5	Simulation 4 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	424
J.5	Simulation 4 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	425
J.5	Simulation 4 : Bilan des flux ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) . . . . .	426
K.1	Table de la fonction $F(\alpha, \beta)$ . . . . .	432
K.2	Approximation de $F(\alpha, \beta)$ . . . . .	433
M.1	Modèle de Wong <i>et al.</i> : valeurs calculées de $m$ et $m'$ . . . . .	454
T.1	Codes pour la description « géographique » de la Bassée . . . . .	577
T.2	Variables alphanumériques de <code>commun_sar1</code> . . . . .	633
T.3	Paramètres des maillages dans <code>commun_sar1</code> . . . . .	633
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	634
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	635
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	636
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	637
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	638
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	639
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	640
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	641
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	642
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	643
T.4	Communs de <code>commun_sar1</code> . . . . .	644
T.5	Statistiques des altitudes ponctuelles . . . . .	879
T.6	Codes du tableau <code>codes</code> de <code>topo_mailles.f</code> . . . . .	880
T.7	Test . . . . .	919
T.8	Test . . . . .	919
T.9	Résultats de <code>d12.f</code> . . . . .	920
T.10	Correspondances . . . . .	921
T.11	Tests . . . . .	922
T.12	Test . . . . .	922
T.13	Test . . . . .	922
T.14	Test . . . . .	922
T.15	Test . . . . .	922
T.16	Test . . . . .	923
T.17	Codes utilisés dans <b>JEUGE</b> . . . . .	942
T.18	Jaugeages du 19/10/2002 . . . . .	944
T.19	Exemple 1 : statistiques du champ aléatoire . . . . .	968
T.20	Routines de la librairie <b>calcomp</b> . . . . .	989