

<b>13</b>	<b>Milieux naturels</b> .....	339
<b>13.1</b>	Protection des milieux naturels.....	339
	13.1.1 Introduction .....	341
	13.1.2 Détermination de la qualité biologique à l'aide d'indices.....	346
	13.1.3 Critères d'évaluation des milieux .....	348
<b>13.2</b>	Bases légales pour la protection des milieux naturels .....	349
<b>13.3</b>	Le chapitre milieu naturel dans un RIE .....	349
	13.3.1 Détermination de l'état actuel et des états de référence .....	350
	13.3.2 Identification de l'impact sur les milieux naturels .....	351
	13.3.3 Mesures intégrées et complémentaires .....	353
	13.3.4 Cartes .....	353
<b>13.4</b>	Compensations.....	353
	13.4.1 Principes des compensations .....	353
	13.4.2 Compensations des impacts sur les milieux naturels .....	354
	13.4.3 Compensations des impacts sur le gibier.....	355
<b>13.5</b>	Cas des impacts d'une infrastructure routière .....	355
	13.5.1 Végétation.....	355
	13.5.2 Faune invertébrée.....	355
	13.5.3 Faune .....	355
	13.5.4 Impacts de chantier sur la faune .....	355
	13.5.5 Impacts indirects sur la faune .....	356
	13.5.6 Impacts sur l'avifaune .....	356
<b>13.6</b>	Description détaillée des aménagements techniques pour la protection des routes et du gibier .....	356
	13.6.1 Concept.....	356
	13.6.2 Obstacles pour s'opposer au passage du gibier .....	358
	13.6.3 Passages à gibier.....	359
	13.6.4 Obstacles et passages particuliers pour les batraciens.....	360
	13.6.5 Aménagements pour les reptiles.....	360
<b>13.7</b>	Bilan impacts – compensations appliqué à l'A16 en Ajoie (Jura).....	360
	13.7.1 Introduction .....	361
	13.7.2 Principes d'évaluation de la valeur écologique .....	362
	13.7.3 Résultats .....	362
	13.7.4 Commentaires sur les résultats obtenus.....	364
	13.7.5 Impacts de chantier.....	364
	13.7.6 Conclusions .....	364
	Références.....	367
<b>14</b>	<b>Géotopes</b> .....	367
<b>14.1</b>	Généralités .....	367
	14.1.1 Constat .....	367
	14.1.2 Définitions .....	370
<b>14.2</b>	Bases légales.....	371
<b>14.3</b>	Etat actuel et état de référence .....	371
	14.3.1 Délimitation du périmètre concerné .....	372
	14.3.2 Etude et recensement des objets géologiques et géomorphologiques .....	372
	14.3.3 Evaluation des objets géologiques et géomorphologiques et sélection des géotopes .....	374
	14.3.4 Détermination des objectifs visés.....	374

14.4	Identification des impacts .....	374
14.5	Mesures intégrées et complémentaires .....	374
14.6	Conclusions .....	375
	Références .....	376
<b>15</b>	<b>Paysage .....</b>	<b>379</b>
15.1	Historique .....	379
15.2	Généralités .....	379
	15.2.1 Conception synthétique pour EIE .....	379
	15.2.2 Modèles systémiques du paysage .....	382
	15.2.3 Le paysage: un patrimoine à protéger .....	384
15.3	Bases légales .....	385
15.4	Bases pour la mise au point d'une méthodologie .....	386
	15.4.1 Introduction .....	386
	15.4.2 Réflexions sur divers types d'installation et leur impact paysager .....	387
15.5	Méthodologie pour l'étude des paysages dans une EIE .....	388
	15.5.1 Périmètre concerné et victimes potentielles des impacts .....	390
	15.5.2 Système producteur du paysage .....	391
	15.5.3 Structure du paysage .....	392
	15.5.4 Visibilité .....	393
	15.5.5 Éléments paysagers caractéristiques .....	394
	15.5.6 Evolution du paysage .....	395
	15.5.7 Paysages perçus et représentations paysagères .....	395
15.6	Objectifs visés .....	397
15.7	Analyse des impacts .....	398
	15.7.1 Outils d'analyse des impacts .....	398
	15.7.2 Impacts sur les éléments paysagers caractéristiques .....	400
	15.7.3 Impacts sur les éléments subjectifs du paysage .....	400
	15.7.4 La création de nouveaux points de vue, un impact positif .....	401
15.8	Mesures intégrées et complémentaires .....	401
15.9	Conclusions .....	401
	Références .....	401
<b>16</b>	<b>Accidents et catastrophes: protection contre les accidents majeurs .....</b>	<b>405</b>
16.1	Généralités .....	405
16.2	Appréciation des risques .....	406
16.3	Bases légales .....	409
16.4	Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) .....	411
	16.4.1 Champ d'application de l'OPAM .....	411
	16.4.2 Tâches du détenteur .....	414
	16.4.3 Mesures de sécurité préventives .....	414
	16.4.4 Tâches des autorités .....	417
	16.4.5 Comparaison entre OPAM et OEIE .....	418
16.5	Rapport succinct .....	418
	16.5.1 Objectifs .....	418
	16.5.2 Contenu .....	418
16.6	Etude de risque .....	420
	16.6.1 Objectifs .....	420
	16.6.2 Contenu .....	421

16.7	Maîtrise des accidents.....	421
	16.7.1 Maîtrise et annonce d'un accident majeur.....	421
	16.7.2 Evacuation du site et prévention de nouvelles atteintes.....	422
	16.7.3 Remise en état.....	422
	16.7.4 Rapport sur l'accident majeur.....	422
16.8	Exemple d'un rapport succinct OPAM.....	422
	Références.....	422
<b>17</b>	<b>Incidences des accidents récents sur la sécurité des tunnels routiers.....</b>	<b>425</b>
17.1	Introduction.....	425
	PARTIE 1 Etat des connaissances en matière de sécurité et de ventilation de tunnel.....	425
17.2	Point sur l'état des concepts de sécurité des tunnels.....	425
	17.2.1 Concept de sécurité.....	426
	17.2.2 Concepts de protection contre les accidents majeurs.....	427
	17.2.3 Mesures de sécurité préventives.....	428
17.3	Analyse de quelques accidents récents.....	430
	PARTIE 2 L'accident du 24 octobre 2001 dans le tunnel routier du Gothard.....	430
17.4	L'accident.....	432
17.5	L'incendie provoqué par l'accident.....	434
17.6	Propagation des fumées.....	435
17.7	Bilan de l'incendie dans le tunnel du Gothard.....	437
17.8	Résultats des études de ventilation et d'incendie.....	437
	17.8.1 Méthodologie de mise en œuvre des modèles.....	438
	17.8.2 Maquette de la zone rouge.....	438
	17.8.3 Ecoulement observé dans la maquette.....	440
	17.8.4 Simulations numériques.....	443
	17.8.5 Activation du feu par l'apport d'oxygène.....	444
17.9	Enseignements importants à tirer de ces événements.....	446
	PARTIE 3 Méthodologie pour l'amélioration des tunnels.....	446
17.10	Mesures destinées à améliorer la situation.....	446
	17.10.1 Examen des nouvelles mesures techniques ou de celles à développer.....	447
	17.10.2 Développement des nouveaux types de ventilation: modification du paradigme.....	450
17.11	Modélisation des ventilations de tunnel.....	450
	17.11.1 Pourquoi modéliser?.....	451
	17.11.2 Avec quel modèle?.....	451
17.12	Mode d'extinction.....	452
17.13	Bases de dimensionnement.....	454
17.14	Prévention.....	454
17.15	Mesures visant à diminuer les conséquences.....	454
17.16	Conclusions.....	456
	Références.....	456
	.....	459
<b>Appendices</b>	.....	<b>461</b>
A.1	Textes législatifs fédéraux relatifs à l'environnement.....	461
A.2	Extrait de la Constitution du Canton du Jura du 20 mars 1977 traitant de l'environnement et du territoire (Art. 45 et 46).....	463
A.3	La législation européenne sur les études d'impact.....	464
A.4	Tableaux avec l'indication des articles de références.....	473

A.5	Notions de température potentielles et de stabilité de l'atmosphère .....	477
	A.5.1 Température potentielle .....	477
	A.5.2 Gradient de température potentielle et stabilité .....	477
A.6	Prévisions d'immissions par modèle gaussien .....	478
	A.6.1 Bases mathématiques et problématique .....	478
	A.6.2 Modèle de Sutton .....	479
	A.6.3 Application à la détermination de la hauteur des cheminées .....	484
	A.6.4 Modèle de dispersion gaussien pour une émission linéaire (route) .....	486
	A.6.5 Modèle de dispersion dans un canyon urbain .....	487
A.7	Mesures du bruit .....	488
	A.7.1 Règles à respecter pour les mesures du bruit .....	488
	A.7.2 Correction des mesures .....	488
A.8	Qualité des eaux rejetées lors de l'exploitation et de l'entretien des autoroutes .....	492
	A.8.1 Tableau des valeurs limites d'immission de l'OPair .....	492
	A.8.2 Qualité des eaux rejetées lors de l'exploitation et de l'entretien des autoroutes .....	493
A.9	Milieus naturels .....	494
	A.9.1 Choix des groupes taxonomiques d'invertébrés terrestres .....	494
	A.9.2 Méthodes d'observation et de capture des invertébrés .....	494
	A.9.3 Méthodes d'observation et de capture du gibier .....	497
	A.9.4 Méthodes d'observation et de capture des reptiles .....	497
	A.9.5 Méthodes d'observation et de capture des batraciens .....	497
	A.9.6 Observation de l'avifaune .....	497
A.10	Rapport succinct OPAM pour l'EIE du projet définitif des sections 7 et 8 partielle de l'A16 (Delémont) .....	498
	A.10.1 Généralités .....	498
	A.10.2 Trafic .....	503
	A.10.3 Indications sur les mesures de sécurité .....	504
	A.10.4 Estimation de la probabilité d'un accident majeur entraînant de graves dommages pour la population ou l'environnement (art. 5.2 e, al. d, OPAM) .....	506
A.11	Annexes relatives au chapitre «Environnements et développement durable» .....	519
	A.11.1 Principes de Rio .....	519
	A.11.2 Les principes du plan «Action 21» (agenda 21) de Rio .....	520
	A.11.3 La stratégie 2002 pour le développement durable du Conseil fédéral, les propositions .....	522
	INDEX .....	529
	LISTE DES ABRÉVIATIONS .....	535
	GLOSSAIRE .....	535
	BIOGRAPHIE DE L'AUTEUR .....	544

# ÉTUDES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Jacques-André Hertig

Nouvelle édition revue et augmentée

Ce livre répond au besoin de faire le point sur les contraintes que la protection de l'environnement, et plus particulièrement les études d'impact sur l'environnement (EIE), imposent aux nouveaux projets. Il montre que, malgré la complexité des problèmes liés à la protection de l'environnement, notamment au niveau législatif, une approche méthodologique rigoureuse est possible.

L'EIE apparaît comme un outil de planification moderne et précieux pour contrôler les projets et leur intégration dans l'environnement ; débutée à temps, elle permet de les améliorer et de régler les conflits avant la phase de réalisation, s'imposant ainsi comme condition d'un développement durable et harmonieux. Richement illustré, ce livre est structuré comme un rapport d'impact sur l'environnement, à entrées multiples, et dont les chapitres peuvent être lus séparément. Il s'adresse ainsi à un large public d'ingénieurs, de géographes et de scientifiques actifs dans le domaine de l'environnement, ainsi qu'aux personnes amenées à coordonner ou contribuer à une étude d'impact, décideurs, futurs propriétaires d'équipement dont la réalisation est soumise à EIE ; aux étudiants et aux enseignants en génie civil et gestion de l'environnement. La nouvelle édition entièrement revue et augmentée de cet ouvrage décrit plus étroitement le lien entre l'EIE, le développement durable et l'aménagement du territoire. Il propose aussi un nouveau chapitre dédié à l'incidence des accidents récents sur la sécurité des tunnels routiers.

ISBN 2-88074-630-2



9 782880 746308 >

— Traité de Génie Civil —  
de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Volume 23

# ÉTUDES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Jacques-André Hertig

Deuxième édition revue et augmentée



ÉTUDES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

# Table des matières

	PRÉFACE.....	VII
	PRÉFACE À LA 2 <sup>e</sup> ÉDITION .....	IX
	AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS .....	XI
	PEUT-ÊTRE SOMMES-NOUS FRÈRES .....	XXV
<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1	Généralités .....	1
1.2	Résumé et objectifs de l'ouvrage.....	3
1.3	Historique des préoccupations de protection de l'environnement en Suisse.....	6
1.4	Aménagement du territoire .....	9
	1.4.1 Législation suisse en matière d'aménagement du territoire .....	10
	1.4.2 Outils d'aménagement du territoire.....	11
	1.4.3 Aménagement du territoire et EIE.....	18
	1.4.4 Conclusions .....	19
1.5	Environnement et Développement Durable.....	20
	1.5.1 Le développement durable, un nouveau concept?.....	20
	1.5.2 Quels événements recouvre le développement durable?.....	21
	1.5.3 Contexte historique du DD .....	25
	1.5.4 Institutionnalisation des notions de protection de l'environnement et de développement durable.....	26
	1.5.5 Application des concepts de développement durable .....	31
	1.5.6 Evaluer le développement durable .....	34
	Références.....	37
<b>2</b>	<b>La Législation fédérale (Suisse) et le rapport d'impact sur l'environnement.....</b>	<b>39</b>
2.1	Articles constitutionnels et organisation des lois et ordonnances .....	39
2.2	Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) .....	43
	2.2.1 Buts.....	43
	2.2.2 Bases légales de l'étude d'impact sur l'environnement .....	43
	2.2.3 Principes adoptés dans la LPE.....	45
	2.2.4 Autres dispositions de la LPE.....	47
2.3	Ordonnance relative à l'étude de l'impact (OEIE) .....	48
	2.3.1 Champ d'application .....	48
	2.3.2 Domaines de l'environnement à protéger.....	49
	2.3.3 Modalités d'exécution .....	49
	2.3.4 EIE et aménagement du territoire.....	50
2.4	Manuel EIE de l'OFEFP.....	51
	2.4.1 Objectifs du manuel.....	51
	2.4.2 La nature juridique du manuel EIE .....	52
2.5	Articulation avec les droits cantonaux.....	52
2.6	Déroulement de l'étude d'impact .....	52
	2.6.1 Soumis ou non à l'EIE?.....	54
	2.6.2 Les acteurs de l'EIE et leur rôle .....	55

2.6.3	Détermination des exigences légales.....	56
2.6.4	Enquête préliminaire et cahier des charges du rapport d'impact .....	58
	Références .....	59
<b>3</b>	<b>Méthodologie.....</b>	<b>61</b>
3.1	Bases de la méthodologie .....	61
3.2	Domaines de l'environnement.....	61
3.2.1	Domaines de la mésologie .....	63
3.2.2	Domaines de l'occupation du sol .....	66
3.2.3	Domaines du patrimoine .....	68
3.3	Définition des trois phases liées à la vie des installations construction, exploitation et démantèlement.....	70
3.4	Impacts imputables à une installation, notion d'impacts directs et indirects .....	70
3.5	Etudes d'impact par étapes.....	71
3.6	Problèmes rencontrés dans la mise en œuvre de la méthodologie .....	73
3.7	Le Rapport d'Impact sur l'Environnement (RIE) .....	74
3.7.1	Objectifs du rapport d'impact .....	74
3.7.2	Les trois parties indispensables du rapport d'impact .....	74
3.8	Contenu détaillé de la partie principale du rapport d'impact.....	75
3.9	Problèmes de coordination posés à l'auteur d'un rapport d'impact.....	83
3.9.1	Gestion des conflits au sein du groupe de rédaction d'un RIE .....	83
3.9.2	Rôles du requérant et de l'autorité compétente.....	85
3.9.3	Problème de l'intégration des compétences des divers acteurs.....	86
3.10	Amélioration potentielle de la procédure et conclusions .....	88
	Références .....	88
<b>4</b>	<b>La Communauté Européenne la Banque Mondiale, les USA, le Canada et l'étude d'impact sur l'environnement .....</b>	<b>89</b>
4.1	Introduction .....	89
4.2	Législation de la Communauté Européenne.....	89
4.2.1	Historique des politiques communautaires en matière de protection de l'environnement [4.2] .....	89
4.2.2	Types de législations communautaires.....	93
4.2.3	Législation communautaire européenne en matière d'études d'impact sur l'environnement.....	93
4.2.4	Les droits du citoyen dans la législation communautaire .....	95
4.2.5	Exemples de législation nationale .....	95
4.3	Directives de la Banque Mondiale .....	96
4.3.1	Introduction .....	96
4.3.2	Directive de la Banque Mondiale concernant l'étude d'impact .....	97
4.4	USA .....	99
4.5	Canada .....	100
4.6	Législation internationale et développement durable.....	102
4.7	Comparaison avec le droit suisse .....	105
	Références .....	112



<b>5</b>	<b>Méthodes et modèles utilisés dans les études d'impact sur l'environnement</b> .....	115
5.1	Méthode d'identification des impacts en mésologie.....	115
5.1.1	En mésologie, passage de l'état de référence 0 (état actuel) à l'état de référence 1 (état initial) .....	115
5.1.2	Identification des impacts de l'installation .....	118
5.1.3	Phase de construction et impacts de chantier .....	119
5.1.4	Evaluation des impacts .....	119
5.1.5	Mesures complémentaires de protection et leur coût .....	120
5.2	Méthode d'analyse des impacts sur l'occupation du sol .....	120
5.2.1	Passage de l'état de référence 0 (état actuel) à l'état de référence 1 (état initial au début des travaux) dans le cas des surfaces .....	120
5.2.2	Passage de l'état de référence 0 (état actuel) à l'état de référence 1 (état initial au début des travaux) dans le cas des réseaux .....	124
5.3	Analyse des impacts sur le patrimoine .....	126
5.3.1	Concept de protection du patrimoine .....	126
5.3.2	Démarche en vue de l'identification des impacts sur le patrimoine .....	128
5.4	Outils d'identification et d'estimation des impacts .....	130
5.5	Les modèles en environnement.....	144
5.5.1	Préambule .....	144
5.5.2	Principes .....	145
5.5.3	Des principes aux modèles .....	145
5.5.4	Types de modèles.....	146
5.5.5	Exemple d'une étude par essai en soufflerie pour une usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) dans une zone urbaine.....	147
	Références.....	152
<b>6</b>	<b>Effets concrets d'une EIE: cas d'un projet routier et d'une cimenterie</b> .....	153
6.1	Projet routier: cas de la Transjurane .....	153
6.1.1	Planification et impacts.....	153
6.1.2	Quelques remarques suite à la mise en service de l'A16 le 13 novembre 1998.....	167
6.2	Cimenterie .....	173
6.2.1	Introduction .....	173
6.2.2	Procédé de fabrication du ciment .....	173
6.2.3	Composition du ciment.....	174
6.2.4	Description du projet, usine de fabrication du ciment.....	174
6.2.5	Identification des impacts d'une cimenterie .....	177
	Références.....	180
<b>7</b>	<b>Source des nuisances: cas du trafic routier</b> .....	181
7.1	Introduction .....	181
7.2	Analyse de la situation actuelle et des états antérieurs .....	182
7.3	Détermination de la situation future .....	187
7.4	Pronostics de trafic avec l'installation .....	189
7.5	Données de trafic nécessaires pour la protection de l'air .....	189
7.6	Données de trafic nécessaires pour les prévisions de bruit.....	190
	Références.....	190

<b>8</b>	<b>Pollution atmosphérique</b> .....	191
8.1	Constitution de l'atmosphère.....	191
8.2	Quelques propriétés physiques de l'atmosphère.....	193
8.3	Phénomènes météorologiques influençant la pollution atmosphérique.....	193
	8.3.1 Stabilité de l'atmosphère.....	193
	8.3.2 Inversion de température et brises.....	195
	8.3.3 Vents forts.....	199
	8.3.4 Influence de l'échelle des phénomènes.....	201
8.4	Procédure pour assurer la protection de l'air dans le cadre d'une EIE.....	202
	8.4.1 Bases légales pour la protection de l'air.....	202
	8.4.2 Buts et démarche du chapitre pollution atmosphérique d'un RIE.....	202
	8.4.3 Enquête préliminaire.....	203
	8.4.4 Enquête principale.....	204
	8.4.5 Procédure pour EIE en plusieurs étapes.....	206
8.5	Evaluation des émissions.....	207
	8.5.1 Buts de l'évaluation des émissions.....	207
	8.5.2 Détermination des émissions.....	207
	8.5.3 Cadastre des émissions.....	210
8.6	Valeurs limites d'immissions.....	212
	8.6.1 Toxicologie et valeurs limites.....	212
	8.6.2 Détermination des effets sur la santé.....	219
	8.6.3 Polluants cibles.....	220
8.7	Toxicité des composés en trace émis par l'homme.....	222
	8.7.1 Polluants primaires.....	222
	8.7.2 Polluants secondaires (autre que le NO <sub>2</sub> décrit ci-dessus).....	223
8.8	Prévisions d'immissions atmosphériques: aspects légaux et besoin des modèles.....	223
8.9	Exemple d'étude d'impact atmosphérique pour un grand projet routier dans une topographie accidentée.....	231
	8.9.1 Définition du périmètre d'étude.....	231
	8.9.2 Etat actuel de la qualité de l'air.....	231
	8.9.3 Evaluation de la qualité de l'air dans le futur.....	232
	8.9.4 Calculs des émissions de NO <sub>x</sub> .....	232
	8.9.5 Analyse climatologique.....	232
	8.9.6 Calculs des champs de vents par le modèle météorologique à méso-échelle.....	233
	8.9.7 Prévision d'immissions atmosphériques avec le modèle de dispersion MICRO.....	234
	8.9.8 Mesures complémentaires de protection de l'air.....	237
8.10	Prévisions d'immissions atmosphériques à l'aide de modèles physiques.....	237
8.11	Conclusions.....	238
	Références.....	240
<b>9</b>	<b>Protection contre le bruit</b> .....	243
9.1	Aspects physiques du bruit et de la modélisation des immissions sonores.....	243
	9.1.1 Le son et le bruit.....	243
	9.1.2 Unités de bruit – le décibel ou dB.....	244
	9.1.3 Intensité sonore.....	246
	9.1.4 Sensibilité acoustique.....	246
	9.1.5 Période d'échantillonnage et niveau équivalent.....	247

9.2	Procédure pour l'étude du bruit dans le cadre d'une EIE.....	250
	9.2.1 Bases légales pour le bruit.....	250
	9.2.2 Buts de l'étude.....	251
	9.2.3 Valeurs limites d'exposition au bruit.....	251
	9.2.4 Niveau d'évaluation <i>Lr</i> .....	251
9.3	Démarche spécifique au chapitre bruit d'un RIE.....	252
	9.3.1 Enquête préliminaire.....	252
	9.3.2 Enquête principale.....	253
9.4	Allègements.....	260
9.5	Adaptation de la procédure dans le cas d'une EIE à plusieurs étapes.....	260
9.6	Principes retenus pour les modèles de bruit.....	261
9.7	Emissions.....	261
	9.7.1 Mesure des émissions.....	261
	9.7.2 Calcul des émissions de sources particulières.....	261
9.8	Immissions de bruit.....	263
	9.8.1 Mesure du bruit à l'immission.....	263
	9.8.2 Caractéristiques des modèles de calcul du bruit à l'immission.....	264
	9.8.3 Calcul de la transmission.....	264
	9.8.4 Influence du sol.....	264
	9.8.5 Absorption du bruit et des sons par la végétation.....	269
	9.8.6 Atténuation due aux obstacles.....	270
	9.8.7 Atténuation due aux obstacles dans quelques modèles.....	271
	9.8.8 Amplification par la réflexion sur les obstacles.....	273
9.9	Vibrations.....	275
	9.9.1 Généralités.....	275
	9.9.2 Sources de vibrations.....	276
	9.9.3 Transmission des vibrations.....	276
	9.9.4 Principes de protection.....	276
	9.9.5 Normes fixant les valeurs limites des vibrations.....	277
	Références.....	277
<b>10</b>	<b>Protection des eaux.....</b>	<b>279</b>
10.1	Remarques préliminaires.....	279
10.2	Aspects physico-chimiques de l'eau.....	280
10.3	Principes de protection des eaux contre les polluants.....	284
10.4	Bases légales pour la protection des eaux.....	285
10.5	Loi fédérale sur la protection des eaux (Leau).....	285
10.6	Procédure dans le cadre d'une EIE.....	287
	10.6.1 Buts de l'étude d'impact dans le domaine de l'eau.....	287
	10.6.2 Démarche.....	287
	10.6.3 Enquête préliminaire et cahier des charges pour l'enquête principale.....	288
10.7	Prévision d'immissions dans les eaux.....	289
10.8	Enquête principale.....	289
	10.8.1 Cas des installations pouvant affecter la qualité des eaux et le réseau hydrographique.....	291
	10.8.2 Cas d'aménagements touchant des plans d'eaux.....	292
10.9	Etude des impacts d'un projet routier sur les eaux superficielles et souterraines.....	297
	10.9.1 Etat de référence.....	297

10.9.2	Projet A16 et hydrogéologie.....	301
10.9.3	Evaluation des impacts de la section 3 de l'A16.....	304
10.9.4	Impacts résiduels.....	305
10.9.5	Mesures complémentaires.....	305
10.9.6	Identification et évaluation des impacts de chantier.....	305
10.9.7	Mesures de protection pendant la phase de chantier.....	306
10.9.8	Impacts de chantier résiduels.....	308
10.10	Conclusions.....	308
	Références.....	308
<b>11</b>	<b>Protection des sols.....</b>	<b>311</b>
11.1	Introduction et bases légales.....	311
11.1.1	Structure du sol.....	311
11.1.2	Horizons du sol.....	311
11.1.3	Qualité des sols: définition des classes.....	312
11.2	Sols et législation.....	313
11.2.1	Pollution du sol.....	314
11.2.2	Occupation du sol, gestion des terres.....	314
11.3	Etat actuel et état de référence.....	315
11.3.1	Levés d'une carte des sols.....	315
11.3.2	Représentation des unités cartographiques.....	316
11.4	Identification des impacts.....	316
11.4.1	Altération de la qualité chimique des sols due aux immissions gazeuses et à leur teneur en métaux lourds.....	316
11.4.2	Déposition sur les sols.....	319
11.4.3	Occupation du sol, manipulation de terres.....	321
11.5	Mesures intégrées et complémentaires.....	321
11.5.1	Protection contre la pollution.....	321
11.5.2	Restitution de surfaces à l'agriculture.....	321
11.6	Exemple: Cas de la section 6 de l'autoroute A16 entre Boécourt et Bassecourt.....	323
	Références.....	323
<b>12</b>	<b>Occupation du sol.....</b>	<b>325</b>
12.1	Généralités.....	325
12.2	Bases légales.....	325
12.3	Plan directeur cantonal.....	326
12.3.1	Rôle du plan directeur dans une EIE.....	326
12.3.2	Constitution du plan directeur cantonal.....	327
12.4	Etat actuel et état de référence.....	327
12.5	Identification des impacts.....	329
12.5.1	Forêts.....	331
12.5.2	Agriculture.....	333
12.5.3	Domaine bâti.....	333
12.6	Mesures intégrées et mesures complémentaires.....	334
12.7	Protection du patrimoine par des mesures liées à l'occupation du sol.....	335
12.7.1	Extrait de l'inventaire des sites naturels du canton de Fribourg.....	335
12.7.2	Archéologie et conservation des monuments historiques.....	336
	Références.....	338