

Table des matières

Impressum	1	
Table des matières	2	
Résumé	4	
Zusammenfassung.....	11	
Summary	18	
1	Introduction	24
1.1	Contexte et motivation	24
1.2	Objectifs de la recherche	24
1.3	Considérations générales et participants	25
1.4	Méthodologie.....	25
1.4.1	Étape 1 – Etat de l’art et considérations climatiques.....	27
1.4.2	Étape 2 – Impact du changement climatique sur les performances des infrastructures routières	27
1.4.3	Étape 3 – Analyse de risque et mesures d’adaptation.....	27
2	Le changement climatique et les infrastructures routières	28
2.1	Impacts des conditions météorologiques sur les infrastructures routières	28
2.1.1	Températures et conditions atmosphériques [9][11][30][54]	28
2.1.2	Précipitations et humidité [9][11]	30
2.1.3	Vent et autres conditions météorologiques [9][11].....	31
2.2	Prise en compte des conditions météorologiques	31
2.2.1	Planification [9]	31
2.2.2	Conception et dimensionnement [9].....	31
2.2.3	Réalisation [9]	32
2.2.4	Exploitation et entretien [9][10]	32
2.3	Le changement climatique.....	32
2.3.1	Définition du changement climatique.....	32
2.3.2	Distinction entre les conditions météorologiques moyennes et extrêmes	34
2.3.3	Changements observés du climat en Suisse.....	35
2.3.4	Prévision et modélisation climatique pour la Suisse.....	47
2.4	Prise en compte du changement climatique.....	54
2.4.1	Recherches et initiatives terminées ou en cours	54
2.4.2	Impacts du changement climatique sur les infrastructures routières	56
3	Prévision des conditions météorologiques "routières" en Suisse	58
3.1	Modèle climatique de pronostic – Meteonorm 7.0	58
3.1.1	Fonctionnement du modèle climatique de pronostic [55].....	58
3.1.2	Régions climatiques suisses.....	59
3.2	Prévision des conditions météorologiques	60
3.2.1	Températures moyennes	60
3.2.2	Températures élevées	63
3.2.3	Basses températures.....	71
3.2.4	Variation de températures.....	77
3.2.5	Cycles de gel-dégel	84
3.2.6	Précipitations	87
3.2.7	Vent	94
3.2.8	Conditions atmosphériques	95
3.2.9	Humidité relative	96
3.3	Aperçu des principaux changements.....	97
3.3.1	Températures	97
3.3.2	Précipitations	98
3.3.3	Autres conditions	99

4	Impact du changement climatique sur l'état structurel et fonctionnel des chaussées	100
4.1	Etat structurel et fonctionnel des chaussées	100
4.1.1	Orniérage	101
4.1.2	Fissuration	103
4.1.3	Caractéristiques de surface	104
4.2	Impact du changement climatique – Méthode de dimensionnement au gel suisse	105
4.2.1	Méthode de calcul de l'indice de gel de l'air et de la profondeur de pénétration du gel [83]	105
4.2.2	Hypothèses et paramètres d'analyse	107
4.2.3	Impact du changement climatique sur le dimensionnement au gel des structures routières	108
4.3	Impact du changement climatique – Méthode de dimensionnement mécanistique-empirique	119
4.3.1	Méthode de dimensionnement M-E PDG [1][21]	120
4.3.2	Evaluation des performances	122
4.3.3	Hypothèses et paramètres d'analyse	128
4.3.4	Impact du changement climatique sur les performances – Résultats principaux	131
4.3.5	Impact du changement climatique sur les durées de vie – Résultats principaux	153
5	Analyse de risque et mesures d'adaptation	162
5.1	Méthodologie générale	162
5.1.1	Etape 1 : Définition du contexte climatique et des paramètres d'évaluation	164
5.1.2	Etape 2 : Evaluation de l'impact du changement climatique sur les performances des chaussées	166
5.1.3	Etape 3 : Evaluation de la durée de vie des chaussées et analyse de risque	166
5.1.4	Etape 4 : Mesures d'adaptation contre le changement climatique	167
5.2	Analyse de risque	167
5.2.1	Méthodologie	167
5.2.2	Exemple de calcul	169
5.2.3	Résultats principaux	170
5.2.4	Définition d'un facteur de risque	172
5.3	Mesures d'adaptation contre le changement climatique	174
5.3.1	Mesure 1 : Changement du type de superstructure	175
5.3.2	Mesure 2 : Adaptation de la portance du sol de fondation	176
5.3.3	Mesure 3 : Adaptation des épaisseurs des couches de grave	180
5.3.4	Mesure 4 : Adaptation des épaisseurs des couches stabilisées	181
5.3.5	Mesure 5 : Adaptation des épaisseurs des couches de fondation en enrobé bitumineux AC F	184
5.3.6	Mesure 6 : Adaptation des épaisseurs des couches bitumineuses	187
5.3.7	Mesure 7 : Adaptation du grade des liants composant les couches de surface	193
5.3.8	Mesure 8 : Adaptation du type de liant : Utilisation d'un bitume polymère PmB	196
5.3.9	Mesure 9 : Adaptation de la superstructure : Utilisation d'un enrobé à module élevé (AC EME) et d'un enrobé macrorugueux (AC MR)	198
5.3.10	Recommandations	203
5.3.11	Evaluation économique sommaire	207
5.3.12	Mesure 9 : Essais en vraie grandeur	209
6	Conclusions générales et recommandations	221
6.1	Conclusions générales et recommandations	221
6.2	Propositions pour des recherches ultérieures	224
	Annexes	225
	Abréviations	393
	Bibliographie	394
	Clôture du projet	398
	Index des rapports de recherche en matière de route	401