

ANALYSE DES RISQUES ET OPPORTUNITÉS
LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN
SUISSE: ÉTUDE DE CAS DU CANTON DU JURA
SUR MANDAT DE L'OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT (OFEV)

Porrentruy, le 29.09.2016
JU1545

CSD INGENIEURS SA
Rue de la Chaumont 13
Case postale 134
CH-2900 Porrentruy 2
t +41 32 465 50 30
f +41 32 465 50 31
e porrentruy@csd.ch
www.csd.ch

Mentions légales

Mandant

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Division Climat

CH-3003 Berne

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC)

Canton du Jura

Office de l'environnement

Chemin du Bel'Oiseau 12

2882 St-Ursanne

Mandataire

CSD INGENIEURS SA

Rue de la Chaumont 13

Case postale 134

CH-2900 Porrentruy 2

Téléphone: +41 32 465 50 30/ porrentruy@csd.ch / www.csd.ch

Auteurs

Céline Girard, Grégoire Monin, David Lehmann, Éloïse Moradpour, Jeanne Fernex, Marie-Ève Randlett, Stéphane Studer

Accompagnement OFEV

Pamela Köllner (OFEV), Carla Gross (OFEV), Nicolas Eichenberger (Canton JU)

Remarque: La présente étude / le présent rapport a été réalisé(e) sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| PARTIE I : INTRODUCTION ET MÉTHODE | 15 |
| 1. CONTEXTE | 16 |
| 2. DESCRIPTION SOMMAIRE DU JURA | 17 |
| 3. MÉTHODOLOGIE | 19 |
| 3.1 Scénarios climatiques | 19 |
| 3.2 Aléas et effets | 21 |
| 3.2.1 Modification de la température | 21 |
| 3.2.2 Modification des précipitations | 22 |
| 3.2.3 Indicateurs dérivés de la température et des précipitations | 24 |
| 3.2.4 Événements extrêmes | 27 |
| 3.2.5 Vue d'ensemble des aléas et effets | 29 |
| 3.3 Indicateurs | 30 |
| 3.4 Évaluation | 31 |
| 3.4.1 Risques et opportunités | 31 |
| 3.4.2 Catégories d'impacts – situation actuelle et situation future | 31 |
| 3.4.3 Incertitudes et limites | 31 |
| 3.4.4 Catégories d'incertitudes | 32 |
| 3.4.5 Démarche d'évaluation des impacts et attribution de l'incertitude | 33 |
| 3.5 Références | 35 |
| 4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS | 36 |
| 4.1 Tableau des évaluations globales | 36 |
| 4.2 Résumés par domaine d'impact | 38 |
| 4.3 Facteurs socio-économiques | 42 |
| PARTIE II : ANALYSES PAR DOMAINES D'IMPACTS | 43 |
| 5. SANTÉ | 44 |
| 5.1 Paramètres de base | 44 |
| 5.2 Impacts liés aux changements climatiques | 46 |
| 5.2.1 Impacts des vagues de chaleur | 48 |
| 5.2.2 Impacts de la hausse de la température moyenne | 49 |
| 5.2.3 Impacts des autres aléas | 50 |
| 5.3 Évaluation des impacts | 52 |
| 5.3.1 Risques actuels | 52 |
| 5.3.2 Scénario faible et fort | 52 |
| 5.3.3 Incertitudes | 53 |
| 5.4 Liens avec la stratégie d'adaptation | 54 |
| 5.5 Impacts du scénario socio-économique | 55 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.6 | Références | 56 |
| 6. | AGRICULTURE | 57 |
| 6.1 | Paramètres de base | 57 |
| 6.2 | Impacts liés aux changements climatiques | 59 |
| 6.2.1 | Impacts de la sécheresse générale et des vagues de chaleur | 62 |
| 6.2.2 | Impacts de la modification de la température moyenne et du régime des précipitations | 63 |
| 6.2.3 | Impacts des autres aléas | 65 |
| 6.3 | Évaluation des impacts | 68 |
| 6.3.1 | Risques actuels | 68 |
| 6.3.2 | Scénario faible | 68 |
| 6.3.3 | Scénario fort | 69 |
| 6.3.4 | Incertitudes | 69 |
| 6.4 | Liens avec la stratégie d'adaptation | 70 |
| 6.5 | Impacts du scénario socio-économique | 72 |
| 6.6 | Références | 73 |
| 7. | FORÊT ET SYLVICULTURE | 74 |
| 7.1 | Paramètres de base | 74 |
| 7.2 | Impacts liés aux changements climatiques | 76 |
| 7.2.1 | Impacts des événements ponctuels extrêmes (tempêtes, incendies, etc.) | 77 |
| 7.2.2 | Impact de la sécheresse générale, des modifications de la température moyenne et du régime des précipitations | 81 |
| 7.2.3 | Impacts des autres aléas | 83 |
| 7.3 | Évaluation des impacts | 83 |
| 7.3.1 | Risques actuels | 83 |
| 7.3.2 | Scénario faible | 84 |
| 7.3.3 | Scénario fort | 85 |
| 7.3.4 | Évaluation des incertitudes | 85 |
| 7.4 | Liens avec la stratégie d'adaptation | 85 |
| 7.5 | Impacts du scénario socio-économique | 87 |
| 7.6 | Références | 88 |
| 8. | INFRASTRUCTURE ET BÂTIMENTS | 89 |
| 8.1 | Paramètres de base | 89 |
| 8.2 | Impacts liés aux changements climatiques | 91 |
| 8.2.1 | Impacts des tempêtes | 94 |
| 8.2.2 | Impacts de la grêle | 95 |
| 8.2.3 | Impacts des crues | 96 |
| 8.2.4 | Impacts du gel et de la neige | 98 |
| 8.2.5 | Impacts des instabilités de terrain : laves torrentielles, glissements de terrain, coulées de boue, chutes de pierres, éboulements et effondrements | 100 |
| 8.3 | Évaluation des impacts | 102 |
| 8.3.1 | Risques actuels | 102 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 8.3.2 | Scénario faible | 103 |
| 8.3.3 | Scénario fort | 104 |
| 8.3.4 | Incertitudes | 104 |
| 8.4 | Liens avec la stratégie d'adaptation | 106 |
| 8.5 | Impacts du scénario socio-économique | 108 |
| 8.6 | Références | 108 |
| 9. | GESTION DE L'EAU | 109 |
| 9.1 | Paramètres de base | 109 |
| 9.2 | Impacts liés aux changements climatiques | 112 |
| 9.2.1 | Impacts des périodes de sécheresse générale et des vagues de chaleur | 114 |
| 9.2.2 | Impact des autres aléas | 115 |
| 9.3 | Evaluation des impacts | 116 |
| 9.3.1 | Scénario faible | 117 |
| 9.3.2 | Scénario fort | 118 |
| 9.3.3 | Incertitudes | 119 |
| 9.4 | Liens avec la stratégie d'adaptation | 119 |
| 9.5 | Impacts du scénario socio-économique | 121 |
| 9.6 | Références | 122 |
| 10. | TOURISME | 123 |
| 10.1 | Paramètres de base | 123 |
| 10.2 | Impacts liés aux changements climatiques | 126 |
| 10.2.1 | Impacts de la modification du régime des précipitations | 128 |
| 10.2.2 | Impacts de la modification de la température moyenne et vagues de chaleur | 130 |
| 10.2.3 | Impacts des dangers naturels (crues, glissements de terrain, etc.) | 131 |
| 10.3 | Evaluation des impacts | 132 |
| 10.3.1 | Risques actuels | 132 |
| 10.3.2 | Scénario faible | 133 |
| 10.3.3 | Scénario fort | 135 |
| 10.3.4 | Incertitudes | 135 |
| 10.4 | Liens avec la stratégie d'adaptation | 135 |
| 10.5 | Impacts du scénario socio-économique | 137 |
| 10.6 | Références | 138 |
| 11. | ÉNERGIE | 139 |
| 11.1 | Paramètres de base | 139 |
| 11.2 | Impacts liés aux changements climatiques | 143 |
| 11.2.1 | Impacts de la modification de la température moyenne et des vagues de chaleur | 145 |
| 11.2.2 | Impacts de la sécheresse générale | 145 |
| 11.2.3 | Impacts des autres aléas | 147 |
| 11.3 | Évaluation des impacts | 149 |
| 11.3.1 | Risques actuels | 149 |

| | |
|---|------------|
| 11.3.2 Scénario faible | 149 |
| 11.3.3 Scénario fort | 151 |
| 11.3.4 Incertitudes | 151 |
| 11.4 Liens avec la stratégie d'adaptation | 152 |
| 11.5 Impacts du scénario socio-économique | 154 |
| 11.6 Références | 155 |
| 12. BIODIVERSITÉ | 156 |
| 12.1 Paramètres de base | 156 |
| 12.2 Impacts liés aux changements climatiques | 157 |
| 12.3 Évaluation des impacts | 162 |
| 12.3.1 Risques actuels | 162 |
| 12.3.2 Scénarios faible et fort | 163 |
| 12.3.3 Incertitudes | 164 |
| 12.4 Liens avec la stratégie d'adaptation | 164 |
| 12.5 Impacts du scénario socio-économique | 166 |
| 12.6 Références | 167 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-------------|---|----|
| Tableau 3-1 | Indicateurs de mesures des impacts, méthode de base (EBP/SLF/WSL 2013), adaptée pour l'étude de cas du Jura (démarche qualitative) | 30 |
| Tableau 3-2 | Classes d'évaluations qualitatives des impacts | 31 |
| Tableau 3-3 | Catégorisation du degré d'incertitude pour l'évaluation qualitative à l'aide de quatre catégories de A à D | 32 |
| Tableau 4-1 | Évaluation des impacts par rapport aux aléas/effets par domaine d'impacts (matrice de pertinence) pour l'état actuel et pour l'état futur (horizon 2060) d'après le scénario faible et fort. | 36 |
| Tableau 4-2 | Facteurs socio-économiques jugés potentiellement importants pour l'évaluation des risques et opportunités liés aux changements climatiques | 42 |
| Tableau 5-1 | Aperçu des effets du changement climatique dans le domaine de la santé | 46 |
| Tableau 5-2 | Durée des périodes de végétation et de la saison pollinique pour la région jurassienne selon l'altitude, aujourd'hui et en fonction des différents scénarios climatiques (Source : MeteoSuisse 2013) | 49 |
| Tableau 5-3 | Exemple d'estimation de la gêne occasionnée par les allergies dues aux pollens sur la population pour l'étage de végétation situé entre 800 m et 1'200 m. La valeur est ensuite monétarisée avec 10.- Frs par personne-jour | 50 |
| Tableau 5-4 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) | 52 |
| Tableau 5-5 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) – scénarios faible et fort | 53 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tableau 6-1 | Surface par type de zone agricole (source : J.-P. Lachat, ECR, sur la base des données OFS) | 57 |
| Tableau 6-2 | Production végétale : SAU par culture, canton du Jura et Suisse. OFS, Relevé des structures agricoles (données en ha) | 58 |
| Tableau 6-3 | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine de l'agriculture dans le canton du Jura | 59 |
| Tableau 6-4 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) | 68 |
| Tableau 6-5 | Evaluation de impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) - scénario faible | 68 |
| Tableau 6-6 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) - scénario fort | 69 |
| Tableau 7-1 | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine « forêt et sylviculture » dans le canton du Jura | 76 |
| Tableau 7-2 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) | 84 |
| Tableau 7-3 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques selon le scénario faible sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) – scénario faible | 84 |
| Tableau 7-4 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques selon le scénario fort sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) – scénario fort | 85 |
| Tableau 8-1 | Répartition des coûts moyens annuels des dommages aux bâtiments dus aux éléments naturels pour la période de 1979 à 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014 | 90 |
| Tableau 8-2: | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine „Infrastructures et bâtiments dans le canton du Jura | 91 |
| Tableau 8-3 | Consommation de sel pour l'entretien hivernal des routes jurassiennes. Source : Service des infrastructures | 99 |
| Tableau 8-4 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) | 102 |
| Tableau 8-5 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario faible | 103 |
| Tableau 8-6 | Évaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario fort | 104 |
| Tableau 8-7 | Classe d'incertitude pour l'évaluation qualitative des impacts des aléas et effets des changements climatiques sur le domaine « Infrastructures et bâtiments » | 105 |
| Tableau 9-1 | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine de la gestion de l'eau dans le canton du Jura | 112 |
| Tableau 9-2 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) | 116 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tableau 9-3 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) - scénario faible | 117 |
| Tableau 9-4 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le tableau 3-2) – scénario fort | 118 |
| Tableau 10-1 | Pays d'origine des touristes étrangers se rendant dans le canton du Jura (extrait). (OFS 2014) | 124 |
| Tableau 10-2 | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine du tourisme dans le canton du Jura (analysés qualitativement) | 126 |
| Tableau 10-3 | Données fournies par Jura Tourisme concernant l'été 2015 en comparaison avec l'été 2014 | 131 |
| Tableau 10-4 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) | 132 |
| Tableau 10-5 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes au Tableau 3-2) – scénario faible | 133 |
| Tableau 10-6 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes au Tableau 3-2) - scénario fort | 135 |
| Tableau 11-1 | Répartition des consommations par agent énergétique pour l'année 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012 | 139 |
| Tableau 11-2 | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine „Énergie“ dans le canton du Jura | 143 |
| Tableau 11-3 | Évaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario faible | 150 |
| Tableau 11-4 | Évaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le tableau 3-2) –scénario fort | 151 |
| Tableau 11-5 | Classe d'incertitude pour l'évaluation qualitative des impacts des aléas et effets des changements climatiques | 152 |
| Tableau 12-1 | Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine de la biodiversité dans le canton du Jura | 157 |
| Tableau 12-2 | Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs de tous les aléas et effets identifiés dans le domaine de la Biodiversité (description des classes dans le Tableau 3 2) | 163 |
| Tableau 12-3 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs de tous les aléas et effets identifiés dans le domaine de la Biodiversité (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario faible | 163 |
| Tableau 12-4 | Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs de tous les aléas et effets identifiés dans le domaine de la Biodiversité (description des classes dans Tableau 3-2) –scénario fort | 163 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|-------------|---|----|
| Figure 2-1 | Carte du canton du Jura illustrant les 57 communes rattachées à trois districts ; Delémont, Porrentruy et Les Franches-Montagnes. Source : site Web de la République et Canton du Jura www.jura.ch | 17 |
| Figure 2-2 | Évolution démographique du canton du Jura depuis 1850. Source : FISTAT 2014 | 18 |
| Figure 3-1 | Scénarios climatiques considérés dans le cadre de ce rapport (RCP3PD-vert, A1B-jaune) en termes d'évolution temporelle des émissions de CO ₂ (graphique du haut) et des températures (graphique du bas) – moyenne Suisse. Source : MétéoSuisse 2013 | 20 |
| Figure 3-2 | Températures saisonnières moyennes dans le canton du Jura aujourd'hui (entre 1980 et 2009). Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer) | 21 |
| Figure 3-3 | Modification des températures saisonnières moyennes dans le canton du Jura à l'horizon 2060 (scénarios faible et fort). Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer) | 22 |
| Figure 3-4 | Précipitations saisonnières moyennes dans le canton du Jura aujourd'hui (entre 1980 et 2009). Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer) | 23 |
| Figure 3-5 | Modifications des précipitations saisonnières moyennes dans le canton du Jura entre 2045-2074 et 1980-2009 pour deux scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre. Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer) | 23 |
| Figure 3-6 | Jours de chaleur (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible et fort. Données tirées du document MétéoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer | 24 |
| Figure 3-7 | Durée de la période de végétation (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible et fort. Données tirées du document MétéoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer | 25 |
| Figure 3-8 | Jours de gel (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible (RCP3PD) et fort (A1B). Données tirées du document MétéoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer | 26 |
| Figure 3-9 | Jours avec neige fraîche (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible (RCP3PD) et fort (A1B). Données tirées du document MétéoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer | 27 |
| Figure 3-10 | Degré d'augmentation ou de diminution dans la fréquence d'événements extrêmes induits par les changements climatiques et connaissances des processus importants | 28 |
| Figure 3-11 | Vue d'ensemble des aléas et effets. Source : EPB/SLF/WSL, Methodenbericht (mise à jour 2015) | 29 |
| Figure 3-12 | Illustration des différentes étapes menant aux évaluations globales | 34 |
| Figure 5-1 | Pyramide des âges du canton du Jura selon la nationalité (source OFS/ESPOP 2006) | 45 |
| Figure 5-2 | Chaîne d'impacts attendus en raison des changements climatiques en relation avec les indicateurs – étude qualitative | 47 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figure 5-3 | Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral | 54 |
| Figure 6-1 | Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude | 61 |
| Figure 6-2 | Différence de la production moyenne de biomasse herbacée dans différents types de pâturages et selon les conditions climatiques (source : Buttler et al., 2012) | 63 |
| Figure 6-3 | Jours où la grêle a provoqué des dommages à l'agriculture dans 100 ou davantage de communes suisses du nord des Alpes de 1920 à 1999 | 66 |
| Figure 6-4 | Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral. | 71 |
| Figure 7-1 | Surfaces de la forêt jurassienne. En vert les forêts, en orange les pâturages boisés. Source : geo.jura.ch | 74 |
| Figure 7-2 | Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude | 78 |
| Figure 7-3 | Intensité réelle de l'usage récréatif de la forêt, basé sur les données de l'IFN3 (source : Hanewinkel 2011) ; plus la teinte est foncée, plus l'usage récréatif est intense | 80 |
| Figure 7-4 | Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral | 86 |
| Figure 8-1 | Chaîne d'impact des aléas et effets, de leurs impacts et de leur influence sur les indicateurs | 93 |
| Figure 8-2 | Domages annuels aux bâtiments dus aux tempêtes entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014 | 94 |
| Figure 8-3 | Domages annuels aux bâtiments dus à la grêle entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014 | 95 |
| Figure 8-4 | Domages annuels aux bâtiments dus aux crues entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014 | 97 |
| Figure 8-5 | Réseau routier jurassien contrôlé par le secteur entretien du Service des infrastructures. Source : Service des infrastructures | 98 |
| Figure 8-6 | Domages annuels aux bâtiments dus au poids de la neige entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA, 2014 | 99 |
| Figure 8-7 | Domages annuels aux bâtiments dus aux instabilités de terrain entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014 | 100 |
| Figure 8-8 | Liens entre les risques et opportunités du domaine « Infrastructures et bâtiments » et la stratégie d'adaptation du Conseil fédéral | 107 |
| Figure 9-1 | Zones de protection des eaux. Source : http://geo.jura.ch/theme/Environnement | 110 |
| Figure 9-2 | Vulnérabilité des réservoirs aquifères vis à vis la pénétration de polluants dans le sous-sol. Source : https://map.geo.admin.ch | 110 |
| Figure 9-3 | Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude | 113 |
| Figure 9-4 | Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral | 120 |
| Figure 10-1 | Évolution des nuitées hôtelières et para hôtelières par mois (source Jura tourisme) | 124 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figure 10-2 | Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude | 127 |
| Figure 10-3 | Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral | 136 |
| Figure 11-1 | Comparaison de la répartition de l'énergie consommée par agent énergétique entre le canton du Jura et la Suisse. Sources : OcCC/ProClim 2007 ; République et canton du Jura 2012 | 140 |
| Figure 11-2 | Sources de l'électricité consommée en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012 | 141 |
| Figure 11-3 | Sources de la chaleur consommée en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012 | 141 |
| Figure 11-4 | Sources de l'électricité indigène en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012 | 146 |
| Figure 11-5 | Localisation des centrales hydroélectriques du canton du Jura. Source : site internet ENV, section Eaux | 146 |
| Figure 11-6 | Liens entre les risques et opportunités du domaine « Energie » et la stratégie d'adaptation du Conseil fédéral | 153 |
| Figure 12-1 | Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude | 159 |
| Figure 12-2 | Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude | 165 |

PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

1. Contexte

Dans cette étude, les risques et les opportunités liés aux changements climatiques pour le canton du Jura sont analysés. Les risques et opportunités sont appréciés selon la méthode mise en place par Ernst Basler + Partner sur mandat de l'OFEV (EBP, WSL, SLF 2013a). Cette méthode d'analyse permet d'établir une liste de risques/opportunités qualitatifs et quantitatifs pour les 9 domaines d'impact suivants : l'agriculture, l'économie forestière, la gestion des eaux, l'énergie, les infrastructures et bâtiments, la santé, le tourisme, la biodiversité, les espaces non bâtis et les espaces verts. Après l'expérience faite au travers de plusieurs études de cas (Argovie, Uri, Genève, Bâle-Ville, Grisons, Fribourg et Tessin), les aspects qualitatifs se sont avérés très importants à analyser. Dans le cas du Jura, une évaluation principalement qualitative est effectuée pour les 8 domaines d'impact suivants : l'agriculture, l'économie forestière, la gestion des eaux, l'énergie, les infrastructures et bâtiments, la santé, le tourisme et la biodiversité.

Le canton du Jura ne dispose actuellement d'aucune base de travail coordonnée dans le domaine des changements climatiques, comme cela a été confirmé par l'Office de l'environnement du canton du Jura. Les risques liés à l'évolution du climat ont toutefois déjà été évoqués ponctuellement dans le développement de certains outils cantonaux de planification, à l'image de la « Stratégie énergétique 2035 », du Plan sectoriel des eaux (PSEaux, 2012) ou encore de la cartographie des dangers naturels. Le thème des changements climatiques a par ailleurs fait l'objet d'une intervention parlementaire (Séance du 25 juin 2014 - Interpellation n° 824 : Climat : quels efforts dans le canton du Jura ?). Dans sa réponse, le Gouvernement a confirmé que ce thème est pris en compte dans la politique cantonale et a insisté sur le caractère global et international de la thématique, il a en outre rappelé les études en cours au niveau de la Confédération comme base de planification.

La présente étude offre donc l'occasion d'aborder la problématique de l'impact des changements climatiques à l'échelle cantonale et de fédérer les démarches et réflexions entreprises dans les différents domaines pertinents en intégrant les impacts des changements climatiques. L'enjeu pour le canton sera de transformer cette prise de conscience sectorielle en processus intégré, permettant d'anticiper les conséquences des changements climatiques et de planifier des mesures d'adaptation concrètes dans les domaines sensibles. En outre, dans cette étude de cas, la connexion entre les risques et les opportunités identifiés est présentée sous la forme de chaînes d'impacts qui intègrent les liens avec les volets 1 et 2 de la Stratégie fédérale d'adaptation. Les évaluations présentées ici servent donc de bases idéales à l'OFEV pour définir et adapter si nécessaire la Stratégie fédérale.

2. Description sommaire du Jura

La République et Canton du Jura se situe au nord-ouest de la Suisse. Son chef-lieu est Delémont. Le point le plus haut du canton est le Mont Raimeux qui culmine à 1'302 m d'altitude et son point le plus bas est l'Allaine à 364 m qui passe en territoire français au niveau de Boncourt. Le canton a un climat fortement influencé par le relief du massif. Le Jura est exposé dans son ensemble à un climat montagnard humide typé continental car les variations de température sont importantes entre l'été et l'hiver. En 2013, la température annuelle moyenne à Delémont était de 9.0 °C et la région a reçu environ 1'000 mm de précipitations (FISTAT 2014).

Le canton du Jura occupe une superficie de 839 km² et accueille une population de 71'000 habitants. Son territoire peut être subdivisé en trois zones géographiques principales, à savoir les trois districts suivant :

- Delémont
- Porrentruy
- Franches-Montagnes

Sa frontière avec la France est longue de 121 kilomètres et de 111 kilomètres avec les cantons voisins de Bâle-Campagne, Soleure, Berne et Neuchâtel. Le réseau hydrographique principal comporte les cours d'eau majeurs du Doubs, de la Birse et de l'Allaine.



Figure 2-1 Carte du canton du Jura illustrant les 57 communes rattachées à trois districts ; Delémont, Porrentruy et Les Franches-Montagnes. Source : site Web de la République et Canton du Jura www.jura.ch

La population de la région jurassienne comptait 71'738 en 2013, dont 50.7% de femmes (FISTAT 2014). La Figure 2-2 présente l'évolution démographique de la république depuis 1850. Entre 1970 et 2000, la population a très peu augmenté. Depuis une quinzaine d'année, la démographie du canton connaît un regain de croissance.

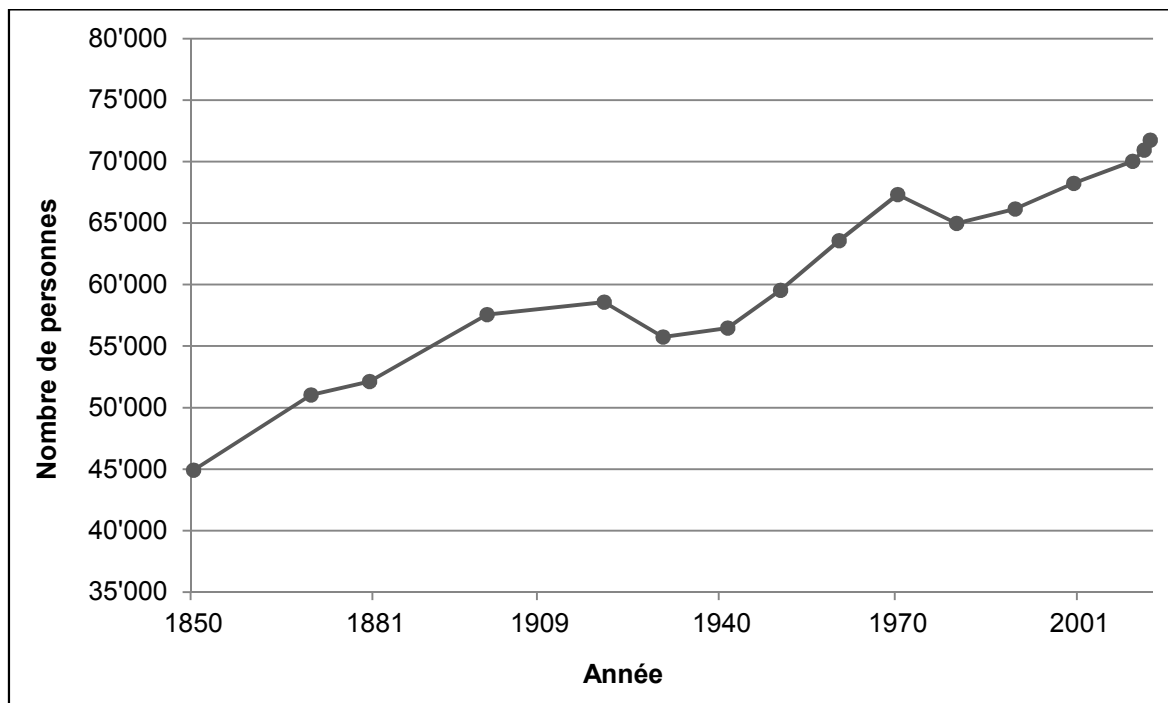


Figure 2-2 Évolution démographique du canton du Jura depuis 1850. Source : FISTAT 2014

Référence

Fondation inter jurassienne pour la statistique FISTAT (2014): Mémento statistique inter jurassien.

3. Méthodologie

Une description détaillée de la méthode originale se trouve dans le rapport d'EBP/SLF/WSL (2013). Ici, seuls les éléments essentiels à l'analyse pour le canton du Jura sont décrits.

3.1 Scénarios climatiques

Dans la présente étude, les risques et opportunités liés aux changements climatiques sont analysés pour l'horizon temporel 2060 (représentant la période allant de 2045 à 2074), par rapport à la période de référence 1980-2009, (CH2011).

L'ampleur des changements climatiques à venir étant incertaine, il importe de prendre en compte différents scénarios climatiques. Les scénarios climatiques CH2011 représentent l'évolution du climat en Suisse selon différents scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre (CH2011, 2011). Leurs résultats ont été utilisés dans la présente étude. L'OFEV, en concertation avec MétéoSuisse, a retenu deux scénarios climatiques servant de base au plan d'action et devant être pris en compte dans toutes les études de cas portant sur les risques et opportunités liés aux changements climatiques. Les valeurs utilisées dans ce rapport sont les valeurs spécifiques au Canton du Jura (CH2011 offre des valeurs pour plusieurs régions en Suisse).

Le premier scénario climatique CH2011, appelé ici scénario climatique « faible », représente le climat tel qu'il pourrait être en 2060 si les émissions de gaz à effet de serre sont réduites de 50% au niveau mondial par rapport au niveau de 1990 d'ici à l'horizon 2050 (RCP3PD). Ce scénario est considéré comme étant optimiste et limitera le réchauffement global en 2100 à environ +2°C par rapport au niveau préindustriel. Le scénario « faible » prend en compte les estimations moyennes de l'évolution de la température et des précipitations du scénario RCP3PD.

Le deuxième scénario climatique CH2011, appelé ici scénario climatique « fort », représente une prolongation des tendances actuelles en matière d'émissions de gaz à effet de serre (A1B). Le scénario « fort » prend en compte les estimations supérieures du scénario climatique A1B pour ce qui est des températures tout au long de l'année ainsi que des précipitations en hiver et au printemps. En ce qui concerne les précipitations estivales et automnales, ce sont les estimations inférieures du scénario A1B qui sont prises en compte, ceci afin de pouvoir considérer les éventuelles fortes baisses des précipitations pendant ces deux saisons. Ces estimations supérieures, respectivement inférieures, correspondent donc aux valeurs les plus extrêmes prévues par le scénario A1B.

Scénario « faible »: Estimation moyenne RCP3PD 2060 (valeur moyenne 2045-2074) pour la température (chiffres arrondis à 0.1°C) et les précipitations (chiffres arrondis à 5%).

Scénario « fort »: Estimation supérieure A1B 2060 (valeur moyenne 2045-2074) pour la température tout au long de l'année (chiffres arrondis à 0.1°C) et les précipitations (chiffres arrondis à 5%) en hiver et au printemps. Pour les précipitations en été et en automne, on applique l'estimation inférieure A1B afin de pouvoir prendre en compte une éventuelle forte baisse des précipitations.

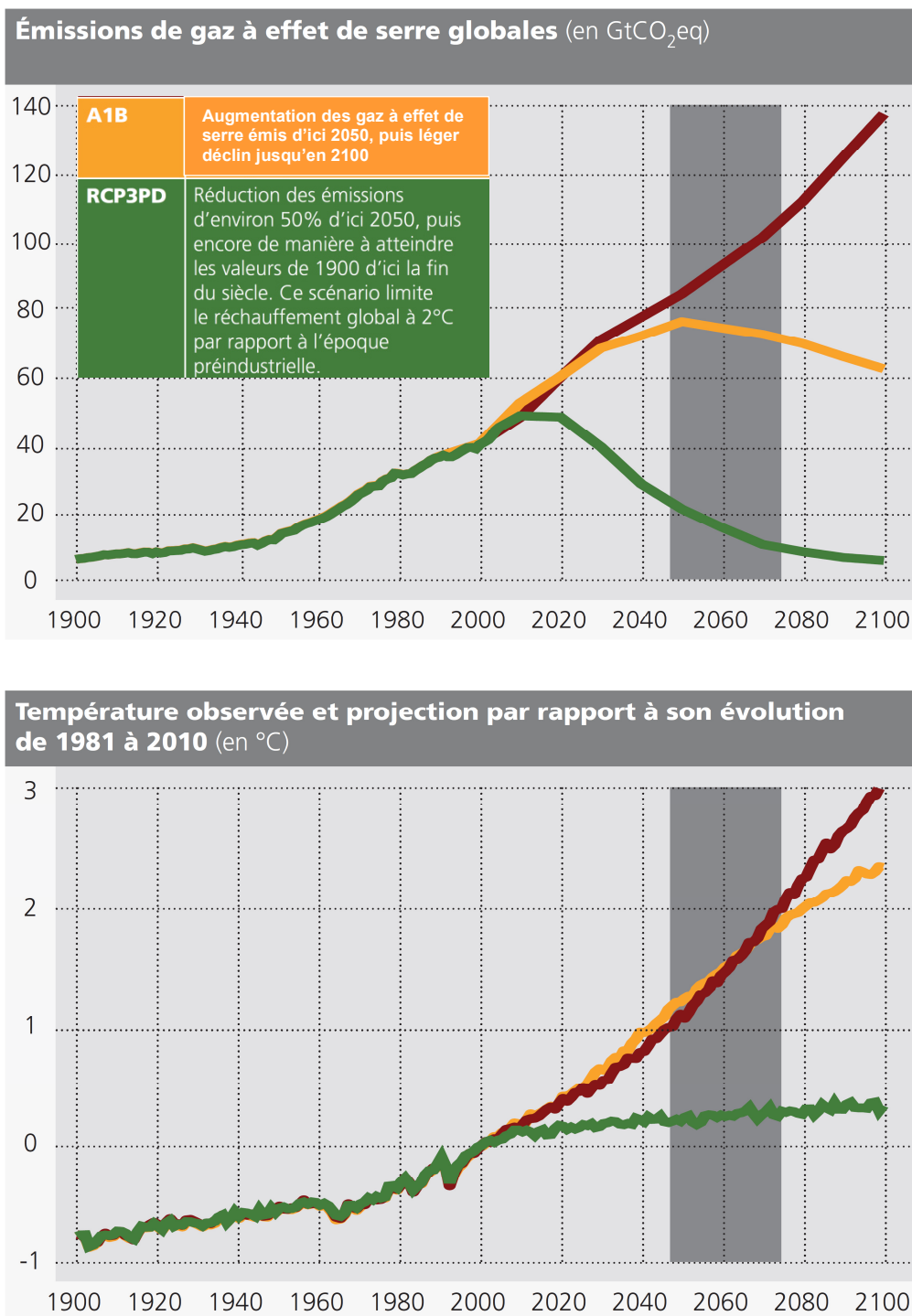


Figure 3-1 Scénarios climatiques considérés dans le cadre de ce rapport (RCP3PD-vert, A1B-jaune) en termes d'évolution temporelle des émissions de CO₂ (graphique du haut) et des températures (graphique du bas) – moyenne Suisse. Source : MétéoSuisse 2013

3.2 Aléas et effets

Les risques et opportunités liés aux changements climatiques peuvent résulter d'évolutions lentes (= effets) ou de modifications de la fréquence ou de l'intensité d'événements tels que les tempêtes ou les inondations (= aléas). Les aléas et effets des changements climatiques peuvent être définis à l'aide de modifications de base (température, précipitations), d'indicateurs climatiques dérivés de la température et des précipitations (ex. jours de chaleur, etc.) ainsi que sur la base d'événements extrêmes (tempêtes, sécheresses, etc.). Ces éléments sont détaillés ci-dessous.

3.2.1 Modification de la température

L'augmentation de la température en Suisse est confirmée par tous les modèles. L'incertitude consiste en l'ampleur de cette augmentation qui est dépendante du scénario. Pour le scénario « faible », ce sont les valeurs moyennes calculées par le scénario de RCP3PD qui ont été prises en compte (valeurs arrondies à 0.1°C). Pour le scénario « fort », ce sont les valeurs supérieures du scénario A1B qui ont été prises en compte (valeurs arrondies à 0.1°C).

Dans le Jura actuellement, la température moyenne hivernale (Décembre, Janvier, Février) est d'environ 1 °C, alors que la température moyenne estivale (Juin, Juillet, Août) est d'environ 16 °C. Ces données représentent le climat de référence (entre 1980 et 2009), toutes altitudes confondues.

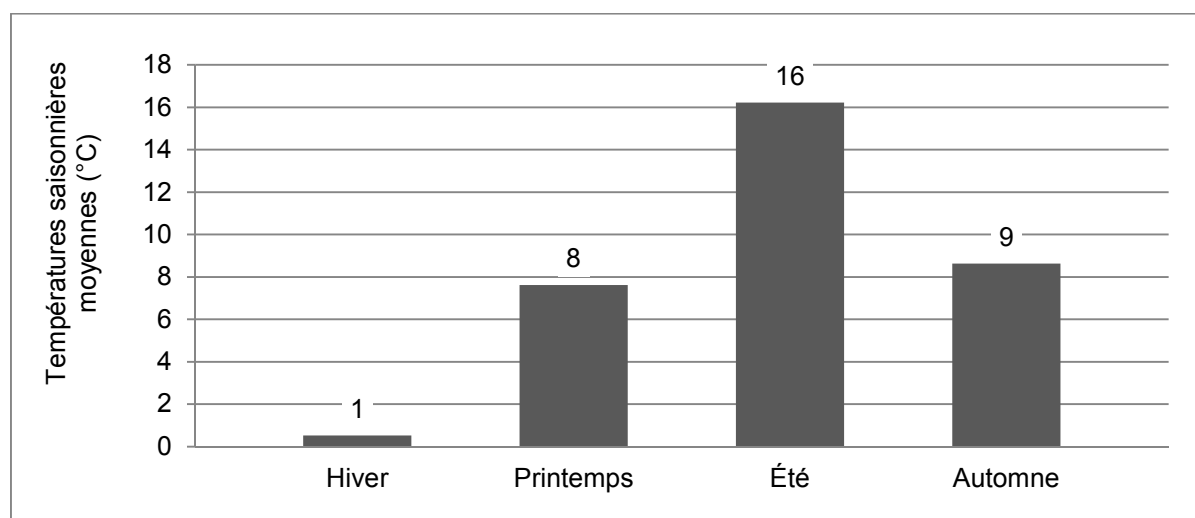


Figure 3-2 Températures saisonnières moyennes dans le canton du Jura aujourd'hui (entre 1980 et 2009). Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer)

Pour les deux scénarios, les augmentations de température les plus importantes sont attendues pendant l'été, représentant respectivement un réchauffement de 1.5°C (scénario faible) et de 3.6°C (scénario fort).

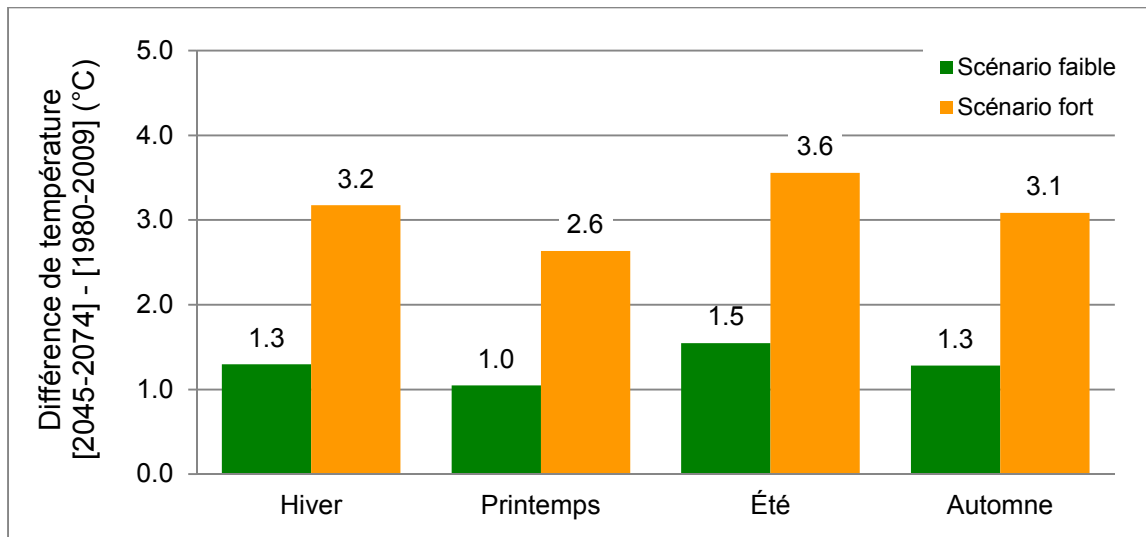


Figure 3-3 Modification des températures saisonnières moyennes dans le canton du Jura à l'horizon 2060 (scénarios faible et fort). Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer)

3.2.2 Modification des précipitations

L'évolution du régime des précipitations est difficile à prédire, particulièrement pour la Suisse. Alors qu'au nord de l'Europe les précipitations vont s'intensifier, elles se feront toujours plus rares au Sud, particulièrement en été. La Suisse se trouve dans une situation géographique intermédiaire entre ces deux grandes régions, ce qui rend les projections particulièrement délicates à effectuer (CH2011, 2011). Seule une réduction des précipitations moyennes estivales est clairement prévue par les modèles.

L'étude de Fischer et al. (2012) a montré, grâce à l'analyse de l'évolution des précipitations et des températures selon plusieurs modèles climatiques, que pour chaque région de Suisse et pour chaque saison, aussi bien une augmentation qu'une diminution des précipitations est possible. Pour le scénario faible, l'OFEV a décidé de prendre en compte, tout comme pour les températures, la valeur moyenne du scénario de stabilisation (RCP3PD) (arrondi à 5%).

Pour le scénario fort, les valeurs supérieures du scénario A1B ont été prises en compte pour définir l'évolution des précipitations en hiver et au printemps, traduisant une augmentation de la quantité des précipitations pendant ces saisons-là, alors que ce sont les valeurs inférieures qui ont été prises en compte pour l'été et l'automne, traduisant une diminution des précipitations.

Dans le Jura actuellement, la quantité moyenne de précipitation pour les mois les plus froids c'est-à-dire Décembre, Janvier et Février (Hiver) est d'environ 284 mm, alors que la quantité moyenne de précipitation pour les mois les plus chauds, c'est-à-dire Juin, Juillet et Août (Été) est d'environ 336 mm. Ces données représentent le climat de référence (entre 1980 et 2009), toutes altitudes confondues.

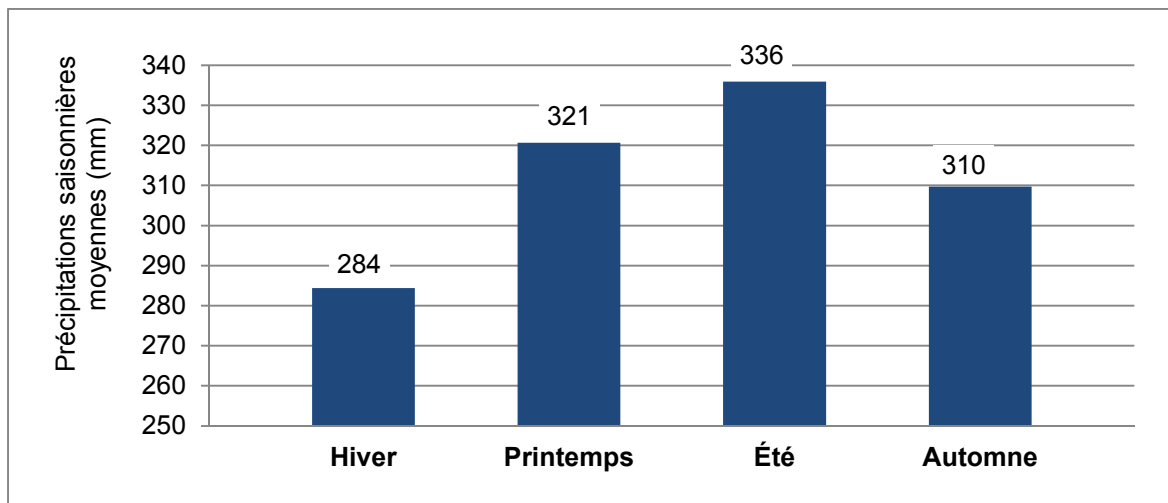


Figure 3-4 Précipitations saisonnières moyennes dans le canton du Jura aujourd'hui (entre 1980 et 2009). Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer)

Selon le scénario faible, le régime des précipitations n'évoluera que de manière limitée dans le Jura puisque seule une légère diminution des précipitations estivales (-9 %) est attendue. En revanche, le régime des précipitations pourrait changer de manière significative selon le scénario fort, puisque ce dernier prévoit une forte augmentation des précipitations en hiver (+21 %) et au printemps (+16 %) ainsi qu'une forte diminution de ces dernières en été (-26 %) et en automne (-18 %).

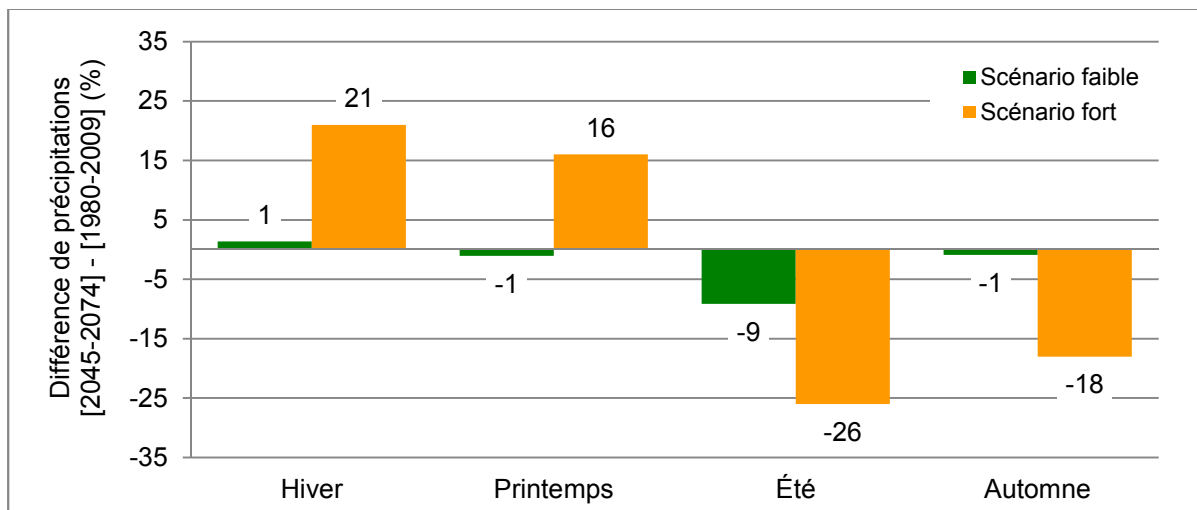


Figure 3-5 Modifications des précipitations saisonnières moyennes dans le canton du Jura entre 2045-2074 et 1980-2009 pour deux scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre. Données de MétéoSuisse (obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer)

Par le choix de ces scénarios, les conséquences d'une possible baisse des précipitations en hiver et au printemps, ainsi que d'une augmentation en automne et en été (peu probable) ne sont pas prises en compte dans cette étude. Les données de base des scénarios climatiques ont une répercussion directe sur les résultats présentés ci-après et ont donc une importance capitale dans ce genre d'analyse.

3.2.3 Indicateurs dérivés de la température et des précipitations

Afin d'avoir une analyse plus fine de l'évolution du climat dans une région donnée, il est utile d'analyser l'évolution de différents indicateurs climatiques dérivés de la température et – dans le cas des jours de neige – des précipitations. Ils permettent une meilleure estimation des effets des changements climatiques sur les différents risques et opportunités (Infras & Egli Engineering AG, 2014). Les indicateurs climatiques quantifiés pour le canton du Jura dans cette étude sont les suivants : les jours de chaleur, la durée de la période de végétation, les jours de gel et les jours avec neige fraîche. Ceux-ci sont définis selon les descriptions de MétéoSuisse¹ et pour différents niveaux d'altitude (< 500 m; 500 - 800 m; 800 - 1'200; >1'200 m.). Il est à noter que les données de chaque seuil d'altitude ne seront pas toujours considérées séparément, seules les données concernant le seuil d'altitude le plus pertinent en ce qui concerne l'indicateur en question seront détaillées.

Les indicateurs climatiques ont été calculés sur une base annuelle, selon les deux scénarios faible et fort. Ils n'ont donc pas pour but de fournir des informations sur la variation saisonnière. Cependant les indicateurs étant souvent représentatifs de phénomènes climatiques ayant lieu pendant une saison en particulier (ex. les jours de chaleur sont des indicateurs liés à la saison estivale), de telles informations peuvent indirectement être déduites. Pour chaque indicateur, les valeurs moyennes prévues par le scénario RCP3PD (scénario faible) ainsi que les valeurs extrêmes prévues par le scénario A1B (scénario fort) ont été prises en compte.

Jours de chaleur

Les jours de chaleur correspondent aux jours dont la température maximale est égale ou supérieure à 25°C². De nos jours dans le Jura, entre 3 et 46 jours de chaleur par année sont dénombrés selon l'altitude. À moins de 500 mètres d'altitude où se situent les villes de Delémont et Porrentruy, on en dénombre en moyenne 46.

À l'avenir, les jours de chaleurs seront toujours plus fréquents. À l'horizon 2060 et à < 500 m, on en dénombrera 62 (+16 jours) et 84 (+38 jours) selon les scénarios faibles et fort, respectivement. L'augmentation relative la plus importante par rapport à aujourd'hui (de 3 à 20) selon le scénario fort est attendue à des altitudes > 1'200 m. L'augmentation du nombre de jour de chaleur influence différents domaines, notamment la Santé et l'Énergie.

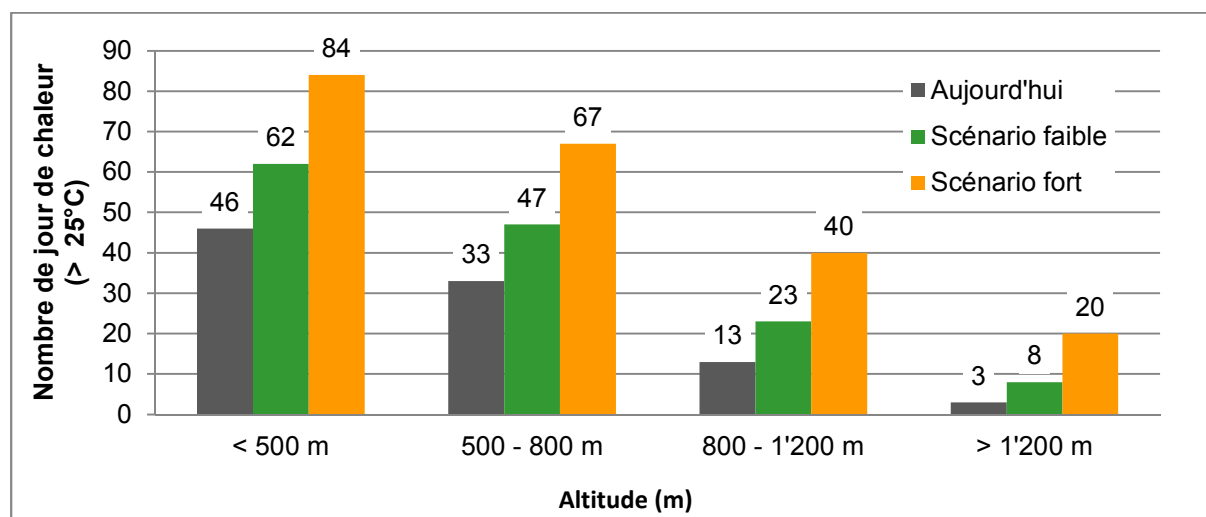


Figure 3-6 Jours de chaleur (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible et fort. Données tirées du document MétéoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer

¹ MétéoSchweiz, (sans date). Klimaindikatoren auf Basis gegitterter Klimadaten der MétéoSchweiz und Klimaszenarien der CH2011 Initiative – Begleitinformation zu den Daten

² MétéoSchweiz, (sans date). Klimaindikatoren auf Basis gegitterter Klimadaten der MétéoSchweiz und Klimaszenarien der CH2011 Initiative – Begleitinformation zu den Daten

Durée de la période de végétation

La durée de la période de végétation correspond au nombre de jours entre la première occurrence d'une période de 6 jours consécutifs avec des températures moyennes au-dessus de 5°C et la première occurrence d'une période de 6 jours avec une moyenne journalière de températures inférieures à 5°C. Dans le climat actuel du Jura, la période de végétation dure entre 197 jours aux altitudes les plus élevées (> 1'200 mètres) et 263 jours à plus basse altitude (< 500 mètres).

À l'avenir, les périodes de végétation tendront à se rallonger selon les deux scénarios. À l'horizon 2060 et à < 500 m d'altitude, la période de végétation comptera 284 (+ 21) et 316 (+ 53) jours selon les scénarios faible et fort, respectivement. L'allongement de la période de végétation influence différents domaines, notamment l'Agriculture.

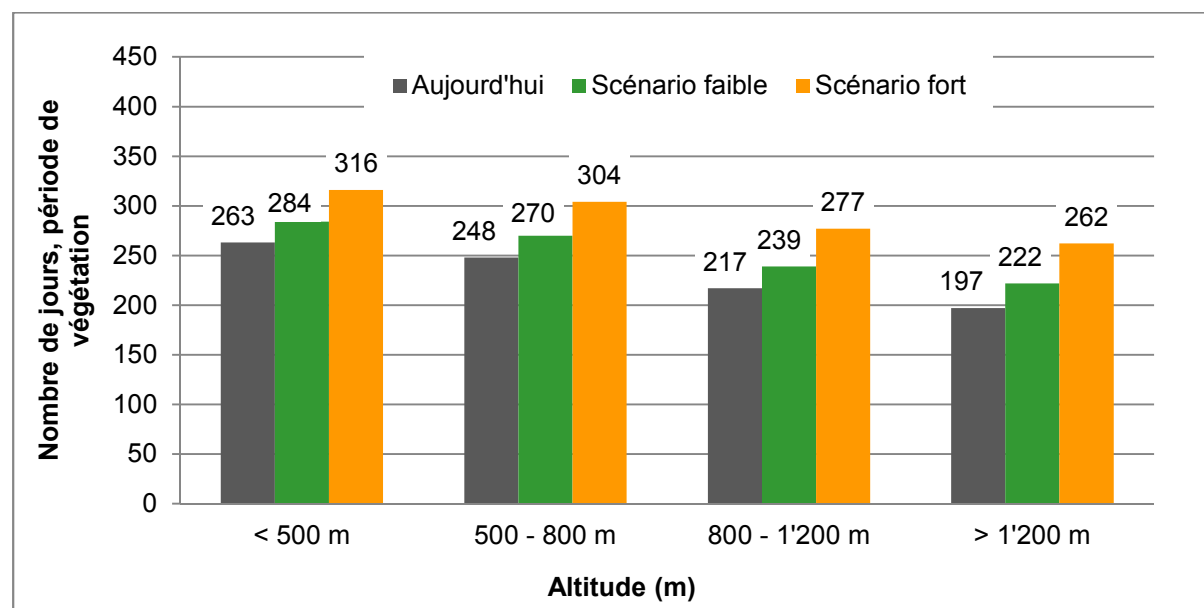


Figure 3-7 Durée de la période de végétation (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible et fort. Données tirées du document MeteoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer

Jours de gel

Les jours de gel correspondent aux jours dont la température minimale est inférieure à 0°C. Dans le climat actuel, on dénombre entre 75 (< 500 mètres) et 133 (> 1'200 mètres) jours de gel dans le Jura.

Les jours de gel vont se raréfier à l'avenir. À l'horizon 2060 et à < 500 m d'altitude, le nombre de jours de gel passera à 55 (-20) ou 31 (-44) jours, selon le scénario faible et fort, respectivement. La diminution du nombre de jours de gel influence différents domaines, notamment les infrastructures et bâtiments (dommages causés par le cycle gel-dégel) et l'agriculture.

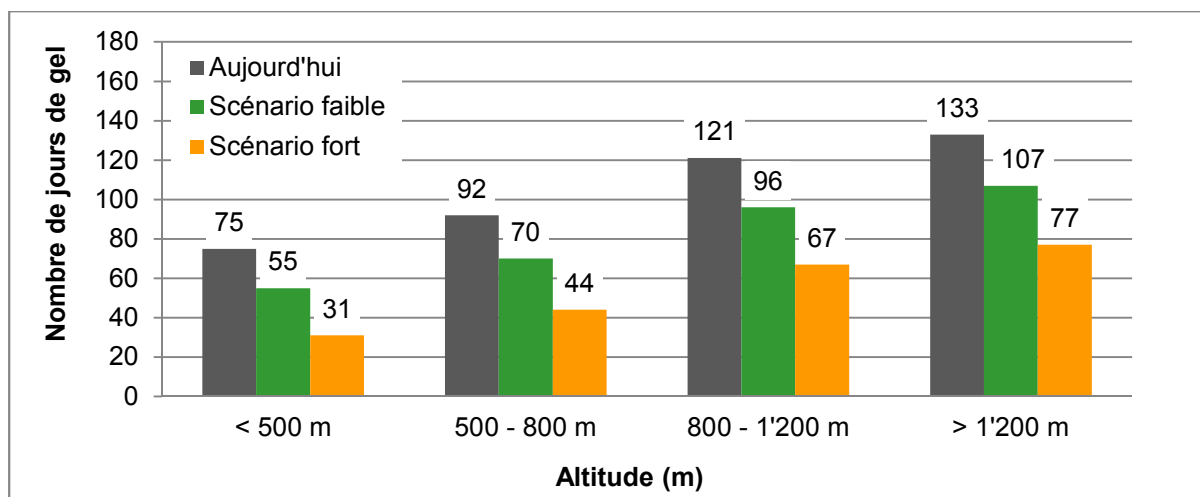


Figure 3-8 Jours de gel (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible (RCP3PD) et fort (A1B). Données tirées du document MeteoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer

Jours avec neige fraîche

Les jours avec neige fraîche correspondent aux jours pendant lesquels une température moyenne inférieure à 2°C serait plausible ainsi que des précipitations égales ou supérieures à 1 mm. Dans le climat actuel, on dénombre entre 15 (< 500 mètres) et 55 (> 1'200 mètres) jours avec neige fraîche dans le Jura.

Selon les scénarios climatiques, les jours avec neige fraîche vont se raréfier à l'avenir (CH2011, 2011), tout particulièrement à basse altitude, ceci malgré l'augmentation prévue des précipitations en hiver. Leur raréfaction est principalement à mettre sur le compte de l'augmentation des températures, l'augmentation des précipitations hivernales ayant un effet négligeable sur l'occurrence des journées avec précipitations neigeuses³. À l'horizon 2060 et à < 500 m d'altitude dans le Jura, on comptera 9 et 4 jours de neige fraîche, selon les scénarios faible et fort respectivement (MétéoSuisse 2013). La diminution du nombre de jour de neige fraîche influence différents domaines, notamment le Tourisme (maintien des stations de ski).

³ L'augmentation des précipitations hivernales influence la quantité de neige (indicateur qui n'est pas traité dans cette étude), plutôt que le nombre de jours avec neige fraîche, ceci particulièrement à haute altitude.

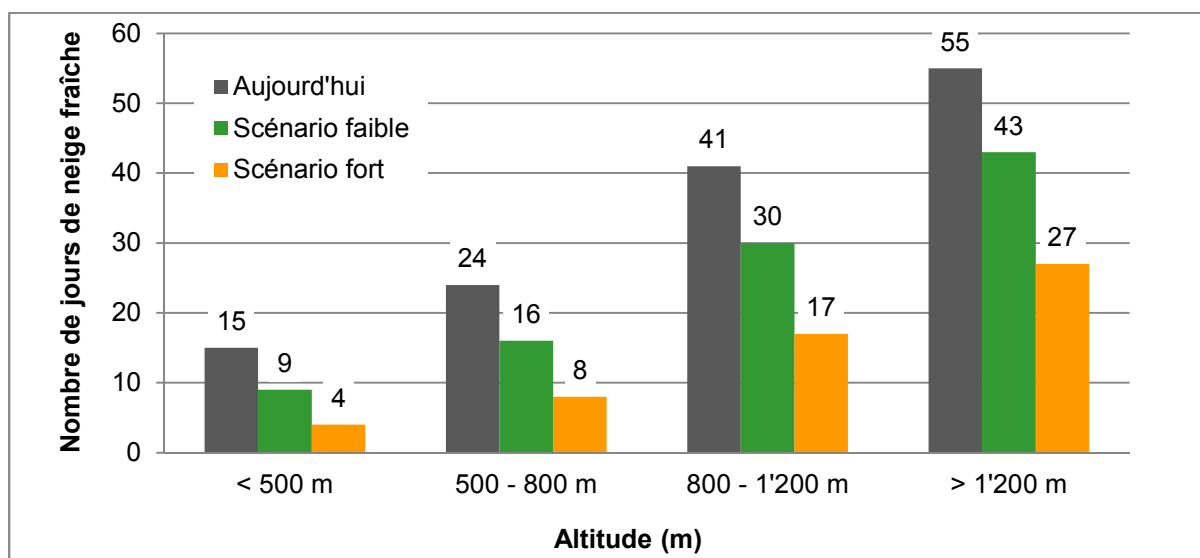


Figure 3-9 Jours avec neige fraîche (nombre de jours/an) pour le climat actuel (1980-2009) et évolution selon le scénario faible (RCP3PD) et fort (A1B). Données tirées du document MeteoSuisse (2013) et obtenues par courrier électronique via Andreas Fischer

3.2.4 Événements extrêmes

En plus de la modification de la température et des précipitations saisonnières, une modification de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes est aussi attendue (par exemple, les inondations). Les tempêtes - surtout hivernales -, les précipitations intenses et la grêle sont par exemple responsables d'une grande partie des dommages causés par les aléas naturels en Suisse.

La figure suivante (MétéoSuisse, 2013) présente l'état des connaissances actuelles concernant les impacts des changements climatiques sur les événements extrêmes d'un point de vue qualitatif. Elle décrit l'évolution prévue des différents événements extrêmes (axe y) ainsi que le type d'évolution attendu (augmentation / diminution) et son ampleur (axe x). Les événements très locaux, tels que les orages et la grêle, ne sont pas représentés dans cette figure car les modèles actuels ne permettent pas de prédire de tels événements selon une appréciation scientifique fondée.

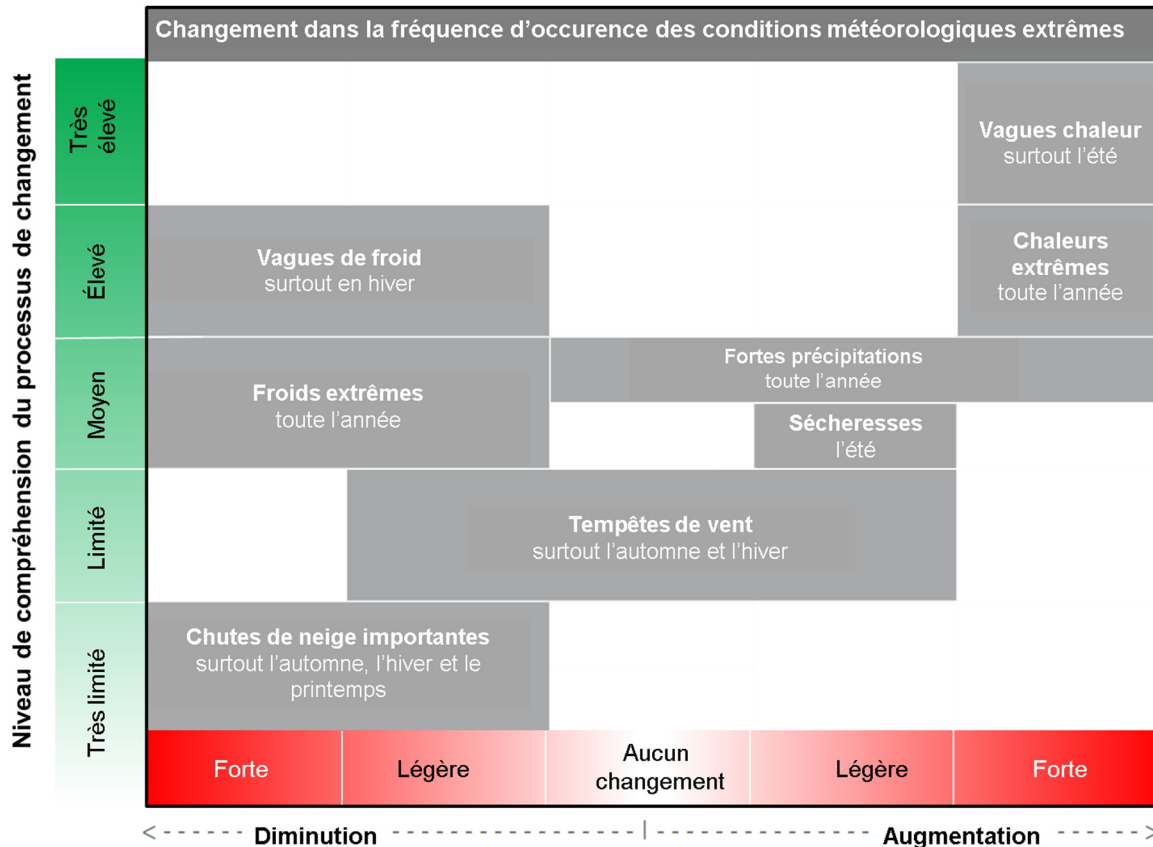


Figure 3-10 Degré d'augmentation ou de diminution dans la fréquence d'événements extrêmes induits par les changements climatiques et connaissances des processus importants

Les modèles climatiques prévoient une intensification des épisodes de précipitations en Suisse, surtout en automne, hiver et printemps (Rajczak et al., 2014). Selon la littérature citée dans le rapport écrit par geo7 (2014), les modifications des précipitations intenses (ex. extrême de quantité journalière) attendues sont les suivantes⁴ :

- Scénario climatique de faible amplitude (2060) : augmentation d'environ 5% en hiver, printemps et automne, pas de modification en été.
- Scénario climatique de forte amplitude (2060) : augmentation d'environ 10% en hiver ; 15% au printemps ; 5% en été et 20% en automne.

Par conséquent, il faut s'attendre à une augmentation de la fréquence des fortes précipitations dont l'intensité est telle qu'elle provoque des dégâts. Quant aux épisodes de tempêtes, il n'est pour l'instant pas possible de prévoir leur évolution future, les processus impliqués dans ces phénomènes étant pour le moment encore peu connus et le phénomène étant très variable d'une année à l'autre (*Pilotprogramm Anpassung Klimawandel – Dokumentation Workshop Klimaszenarien 16-09-2014*). L'impact des changements climatiques sur les épisodes orageux et de grêle est également encore mal connu.

⁴ Le rapport de geo7 (2014) travaille sur la base d'autres scénarios climatiques, notamment en matière de modification de la température moyenne ainsi que de modification des précipitations. Compte tenu des incertitudes dans les estimations en matière de fortes précipitations, on estime que les scénarios adoptés par geo7 (2014) et pertinents dans le cadre de cette étude de cas peuvent être cités et utilisés à des fins d'appréciation des risques et des opportunités

3.2.5 Vue d'ensemble des aléas et effets

En conclusion, les aléas et effets peuvent être décrits par des modifications climatiques de base (température, précipitations), des indicateurs climatiques dérivés de ceux-ci, ainsi que des événements extrêmes indirectement liés (tempêtes, sécheresses, etc.). Les aléas et effets considérés dans le cadre de cette étude sont illustrés dans la figure ci-dessous, avec un axe « temps » représentant leur durée approximative. Toute la gamme temporelle est pertinente dans la description de ces aléas et effets : des événements très courts (ex. orages) jusqu'aux changements graduels sur plusieurs mois (ex. augmentation des températures moyennes).

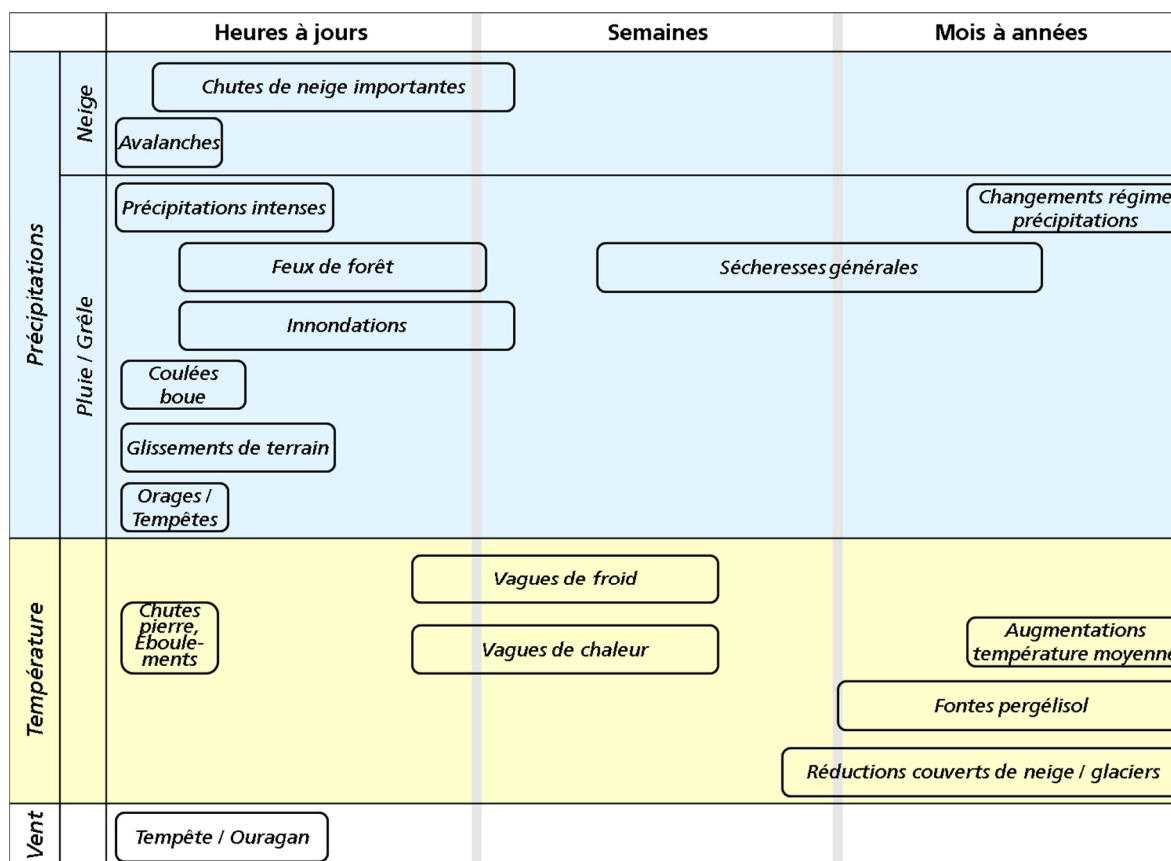


Figure 3-11 Vue d'ensemble des aléas et effets. Source : EPB/SLF/WSL, Methodenbericht (mise à jour 2015)

3.3 Indicateurs

Pour évaluer les effets des changements climatiques, les indicateurs décrits dans le tableau ci-dessous sont pris en considération dans la méthode de base (EBP/SLF/WSL 2013).

Tableau 3-1 Indicateurs de mesures des impacts, méthode de base (EBP/SLF/WSL 2013), adaptée pour l'étude de cas du Jura (démarche qualitative)

| | Indicateur | Description |
|---------------|---|---|
| Économie | Rendements /profits | Évaluation qualitative des profits ou rendements additionnels engendrés par des aléas/effets ex. réduction des dépenses, changement de la productivité dû à des accroissements élevés dans l'industrie forestière / l'agriculture |
| | Frais /dépenses | Évaluation qualitative des frais/dépenses additionnels engendrés par des aléas/effets ex. réduction des profits, coûts supplémentaires pour le traitement de l'eau potable |
| | Dommages matériels, charges associées à la maîtrise | Évaluation qualitative des dommages liés aux biens matériels (ex. dommages aux bâtiments liés aux dangers naturels) ou financiers (ex. coûts liés aux forces d'intervention pour l'évacuation en cas de laves torrentielles) |
| Société | Affectés par la vague (chaleur) | Évaluation qualitative du nombre de jours de vague de chaleur (températures > 30 °C) et du nombre de personnes négativement influencées par les vagues de chaleur |
| | Affectés par la vague (froid) | Évaluation qualitative du nombre de personnes négativement influencées par les vagues de froid |
| | Affectés par les allergies | Ex. Durée de la saison du pollen, nombre de personnes allergiques au pollen |
| | Blessés et malades | Évaluation qualitative de toutes les blessures ou cas de maladies causés entièrement ou de façon déterminante par des aléas/effets |
| | Décès | Évaluation qualitative des risques de décès causés entièrement ou de façon déterminante par des aléas/effets |
| | Évacués | Évaluation qualitative du nombre de personnes évacuées à cause des aléas/effets |
| Environnement | Évaluation qualitative des changements liés à la biodiversité et aux biotopes | |

3.4 Évaluation

3.4.1 Risques et opportunités

L'évaluation est basée sur une analyse de risques et d'opportunités. Le risque est conceptuellement défini comme le produit de la probabilité d'occurrence et de l'ampleur des dégâts liés à un événement ou un changement. Les opportunités sont conceptuellement définies comme le produit de la probabilité d'occurrence et de l'ampleur des effets positifs liés à un événement ou un changement.

3.4.2 Catégories d'impacts – situation actuelle et situation future

Les 7 catégories utilisées pour les évaluations qualitatives actuelles et futures sont décrites dans le tableau suivant. Valables aussi bien pour l'état actuel que pour l'état futur (selon le scénario climatique faible et le scénario climatique fort), ces évaluations représentent une classe d'appréciation du risque ou de l'opportunité telle qu'énoncée par l'expert et permettent de comparer la situation actuelle avec la situation future.

Tableau 3-2 Classes d'évaluations qualitatives des impacts

| Légende catégorie d'impacts | |
|-----------------------------|----------------|
| +3 | Très positif |
| +2 | Positif |
| +1 | Plutôt positif |
| 0 | Neutre |
| -1 | Plutôt négatif |
| -2 | Négatif |
| -3 | Très négatif |
| n/a | « no answer » |
| grisé | Non pertinent |

Ces catégories servent donc à résumer une appréciation d'expert. Elles sont utilisées afin de donner une vision rapide et simplifiée au lecteur. Fondées principalement sur des données qualitatives, ces catégories sont indicatives et ne peuvent pas être considérées comme des résultats chiffrés définis selon une échelle commune à tous les domaines d'impact. Par conséquent, ces catégories ne remplacent en aucun cas les analyses qualitatives sous forme de texte qui sont plus précises et complètes et qui permettent de mieux appréhender les impacts des changements climatiques.

Les événements extrêmes tels que les tempêtes et les orages de grêle ne pouvant pour l'heure pas faire l'objet de pronostics fiables (voir chapitre 3.2.4), l'évolution future de leurs impacts est inconnue et indiquée avec l'abréviation anglaise n/a pour « no answer » dans les tableaux d'évaluation des scénarios futurs. Cela signifie qu'il n'est pour l'instant pas clair, si leur évolution constituera un risque ou une opportunité. Les cases grisées représentent quant à elles les thématiques identifiées comme étant non pertinentes pour l'analyse des risques et opportunités.

3.4.3 Incertitudes et limites

Les résultats s'appuient sur l'état des connaissances actuelles ainsi que sur des estimations plausibles et reposant sur des hypothèses d'experts consultés. Il s'agit toutefois d'une projection future sur 50 ans impliquant des imprécisions, des incertitudes et des limites sur la présumée évolution climatique ainsi que sur ses conséquences. Une description complète et détaillée des incertitudes et limites liées aux scénarios et modèles climatiques se trouve à la section 2.1 du rapport CH2011 (2011) ainsi que dans la littérature citée (ex. IPCC 2007). Les incertitudes concernent également les scénarios socio-économiques. Quelques éléments jugés importants dans le cadre de cette étude sont décrits ci-dessous.

3.4.4 Catégories d'incertitudes

Afin d'apprécier qualitativement le degré des incertitudes décrites plus haut de façon systématique et pour chaque domaine d'impact, des catégories ont été attribuées. Ces catégories sont décrites dans le tableau suivant:

Tableau 3-3 Catégorisation du degré d'incertitude pour l'évaluation qualitative à l'aide de quatre catégories de A à D

| Catégorie | Description | Incertitude liée à l'évaluation |
|-----------|-------------|--|
| A | très faible | Les impacts des changements climatiques sont clairement associés à l'une des classes du Tableau 3-2. |
| B | faible | Les impacts des changements climatiques sont plutôt clairement associés à l'une des classes du Tableau 3-2. Il est cependant possible que les impacts réels soient associés à une classe supérieure ou inférieure. |
| C | moyenne | L'association à la classe du Tableau 3-2 est plausible, mais les impacts pourraient être associés à une classe supérieure ou inférieure. |
| D | grande | L'incertitude est tellement grande que les impacts pourraient être associés à deux classes supérieures ou inférieures du Tableau 3-2. |

La catégorie d'incertitude C indique par exemple que les impacts liés aux changements climatiques pourraient être « Négatifs » ou « Neutres » au lieu d'être « Plutôt Négatifs ».

Difficulté de prédiction des aléas

Dans la présente étude, les risques et opportunités liés aux changements climatiques ont été évalués en premier lieu sur la base de valeurs moyennes annuelles ou de valeurs moyennes saisonnières. Ces valeurs suffisent généralement pour juger de l'évolution à long terme des effets se produisant sur une échelle temporelle comparable, c'est-à-dire se répétant plus ou moins chaque année. Les effets à plus court terme, se produisant sur quelques minutes ou sur quelques heures suite à des événements occasionnels dont l'occurrence est quasi aléatoire (ex. précipitations fortes) sont plus difficiles à évaluer. Pour quantifier ces effets, la fréquence et l'intensité des événements (par ailleurs interdépendants) doivent être connus. Or, ces paramètres sont souvent inconnus dans les conditions climatiques actuelles. Par exemple, les conséquences graves d'un seul événement extrême peuvent être surestimées par rapport à la somme des conséquences issues d'événements moins extrêmes, bien que ces deux derniers soient en réalité comparables. En résumé, les aléas et effets entraînent des réactions qui se mesurent sur des échelles temporelles distinctes. La prudence est donc de mise dans ce cas de figure lors de l'interprétation des résultats.

Développements socio-économiques

Les incertitudes liées aux développements socio-économiques ne sont pas examinées en profondeur dans le cadre du présent rapport. Celles-ci peuvent en effet se développer jusqu'à devenir plus significatives que le changement climatique lui-même. Par exemple, sur la base des connaissances actuelles, l'évolution des prix du courant électrique est nettement plus difficile à prévoir que celle de la production d'énergie, qui sera influencée par le changement climatique. Ainsi, l'évolution des rendements des centrales hydroélectriques est dépendante en premier lieu des développements socio-économiques, avant les considérations liées aux changements climatiques. Pour une bonne planification de l'adaptation, il est cependant essentiel d'analyser autant les impacts des changements climatiques que les facteurs socio-économiques qui pourront influencer les risques.

Exclusion des mesures d'adaptation

L'importance des risques et opportunités liés aux changements climatiques peut être influencée par des mesures d'adaptation, lesquelles, mis à part les dispositifs et processus actuellement en place, ne sont pas considérées dans cette étude. Les risques et opportunités pointés ici seront donc à nuancer, si dans le futur des mesures d'adaptation efficaces parviennent à se réaliser. De plus, étant données les limites actuelles des fondements scientifiques, il se peut que des risques ou opportunités aujourd'hui difficiles à saisir soient sous-représentés dans cette étude. En ce sens, il existe un besoin d'effectuer des recherches et analyses ultérieures.

Non-distinction des effets réversibles et irréversibles

Les changements climatiques impliquent des conséquences diverses. D'un côté, des effets irréversibles sont attendus tels que la mortalité prématurée, la modification de la composition des espèces ou l'assèchement d'un milieu humide. D'un autre côté, des effets ayant un niveau de gravité moins élevés, parfois de nature temporaire tels qu'une production agricole moindre ou des dégâts matériels mineurs sont à prévoir. Les effets réversibles (atteintes) et irréversibles sont rassemblés sous une même catégorie pour l'évaluation. Cependant, selon l'interprétation qui est faite des résultats, une distinction devrait être effectuée, ce qui n'est pas le cas ici.

Limite temporelle : horizon 2060

Cette étude de cas se concentre sur la période autour de 2060. Les impacts présentés pour 2060 doivent être vus comme les signes avant-coureurs d'un potentiel aggravement de la situation pour les décennies subséquentes. En effet, les changements climatiques évolueront vraisemblablement aussi après 2060. L'état des connaissances concernant les processus d'effets non-linéaires et de renforcements mutuels demeure cependant à l'heure actuelle insuffisant pour appréhender clairement les impacts au-delà de 2060. Selon diverses publications, les effets significatifs et de larges amplitudes liés aux changements climatiques se feront sentir au plus tôt à la fin du siècle. L'ajustement de la composition des espèces dans la biosphère pourrait par exemple s'effectuer sur une très grande période.

3.4.5 Démarche d'évaluation des impacts et attribution de l'incertitude

La Figure 3-12 illustre les étapes menant à l'évaluation qualitative des risques et opportunités liés aux changements climatiques pour le canton du Jura. Dans un premier temps, sur la base de la littérature existante et des consultations avec les experts cantonaux (workshops), les aléas/effets et les indicateurs pertinents sont définis. Dans un deuxième temps, les impacts des aléas/effets sont détaillés dans des tableaux. Les impacts des aléas/effets considérés comme « déterminants » sont marqués en caractère gras dans les tableaux.

Dans un troisième temps, une évaluation des impacts sous les deux scénarios climatiques considérés est réalisée pour le canton du Jura (ligne Canton JU), sur la base des catégories décrites au Tableau 3-2. L'incertitude est aussi définie sur la base des catégories décrites au Tableau 3-3.

Les risques actuels sont également identifiés et constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs. On les évalue systématiquement d'après les catégories présentées dans Tableau 3-2. L'attention est ensuite portée à l'évolution des risques en fonction de l'évolution des conditions climatiques, également par le biais du Tableau 3-2.

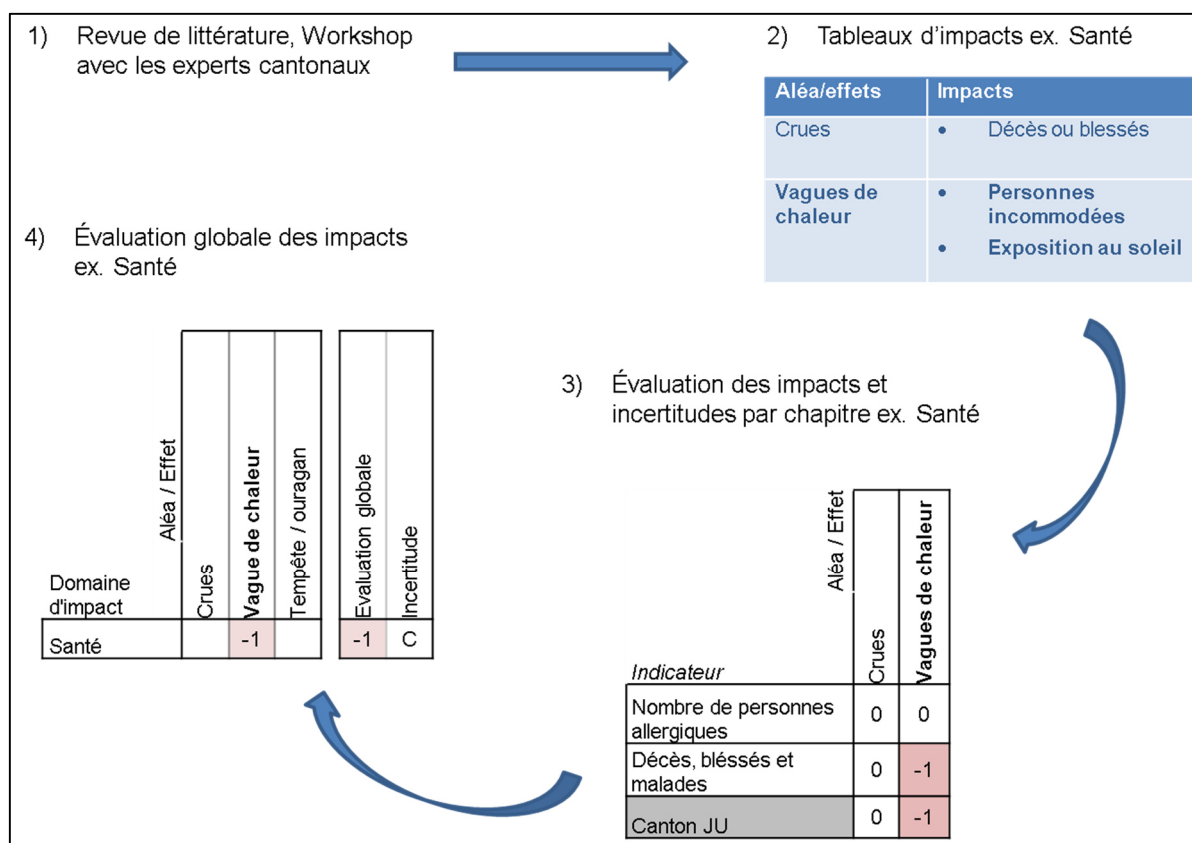


Figure 3-12 Illustration des différentes étapes menant aux évaluations globales

Il convient de rappeler que le but de la présente étude n'est pas de déterminer des valeurs exactes liées aux risques et opportunités individuels pour l'horizon 2060, mais plutôt de comparer et associer les conséquences climatiques pour chaque domaine d'impacts de manière pragmatique sur la base des connaissances actuelles. Le but est au final de dégager des tendances pour amorcer une discussion autour du thème « Mesures d'adaptations » et d'orienter les stratégies fédérales et cantonales dans ce domaine.

3.5 Références

- EBP/SLF/WSL (2013a). Analyse klimabedingter Risiken und Chancen des Klimawandels in der Schweiz. Methodenbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- EBP/SLF/WSL (2013b). Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau. Ergebnisbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- République et Canton du Jura, Département de l'environnement et de l'Équipement (2012) « Plan Sectoriel des Eaux » Principes et Objectifs(PSEaux) Communauté d'études pour l'aménagement du territoire (2010) « Réflexions sur l'avenir démographique du Canton du Jura » sur le mandat du Service de l'aménagement du territoire (CEAT)
- CH2011 (2011), Swiss Climate Change Scenarios CH2011, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zürich, Schweiz, 88 S.
- MeteoSchweiz (2013): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht. Fachbericht MeteoSchweiz, 243, 36 S.
- Fischer, A.; Croci-Maspoli, M., Scherrer, Simon; Liniger, M. (2012), Combined Changes of Temperature and Precipitation in the Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss, Zurich, Switzerland, 9 S.
- Infrac & Egli Engineering AG (2014), Klimabedingte Risiken und Chancen 2060, Regionale Fallstudie Kanton Uri, Berichtsentwurf (unpubliziert).
- Rajczak, J., P. Pall and C. Schär (2013): Projections of extreme precipitation events in regional climate simulations for Europe and the Alpine Region, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118 (9), 3610-3626
- geo7 (2014), Klimasensitivität Naturgefahren, Teil 1: Methodenbericht Alpen, Voralpen und Südschweiz, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- ICPP (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

4. Synthèse des résultats

Dans cette section, les résultats essentiels de la présente étude concernant les risques et opportunités liés aux changements climatiques pour le canton du Jura sont résumés pour les huit domaines d'impact retenus.

4.1 Tableau des évaluations globales

Le tableau de la page suivante donne un aperçu des évaluations globales des aléas/effets, de même que l'incertitude inhérente aux analyses pour chaque domaine d'impact.

Tableau 4-1 Évaluation des impacts par rapport aux aléas/effets par domaine d'impacts (matrice de pertinence) pour l'état actuel et pour l'état futur (horizon 2060) d'après le scénario faible et fort.

Etat actuel

| Aléa / Effet | Fortes précipitations | | | Précipitations moyennes | | | Températures extrêmes | | | Températures moyennes | | | Vent | Incertitude | |
|------------------------------|-----------------------|--|------------------------|-------------------------|---|---------------------|-----------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|-------------|-------------------|
| | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Chute de neige intense | Orage, Grêle | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Incendies | Vague de froid | Vague de chaleur | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres / éboulements / effondrements | Modification de la température moyenne | | Tempête / ouragan |
| Domaine d'impact | | | | | | | | | | | | | | | |
| Santé | 0 | | | | | | | 0 | | | -1 | 0 | -1 | | A |
| Agriculture | 0 | | | -1 | 0 | -1 | | | -1 | 0 | 0 | | 0 | | A |
| Forêt | | 0 | | | 0 | 0 | -1 | | | | | 0 | 0 | -1 | A |
| Infrastructures et bâtiments | -2 | -1 | -1 | -2 | | | | | | -1 | +1 | -1 | | -2 | A |
| Eaux | 0 | | | 0 | 0 | -1 | | | -1 | | | | 0 | | A |
| Tourisme | | | | | 0 | | | | 0 | | 0 | | 0 | | A |
| Energie | 0 | 0 | | | 0 | -1 | | | -1 | | 0 | | +1 | 0 | B |
| Biodiversité | -1 | | | | -1 | -1 | | | -1 | | -1 | | -1 | -1 | C |

Scénario climatique faible

| Aléa / Effet | Fortes précipitations | | | Précipitations moyennes | | | Températures extrêmes | | | Températures moyennes | | | Vent | Incertitude | |
|------------------------------|-----------------------|--|------------------------|-------------------------|---|---------------------|-----------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|-------------|-------------------|
| | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Chute de neige intense | Orage, Grêle | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Incendies | Vague de froid | Vague de chaleur | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres / éboulements / effondrements | Modification de la température moyenne | | Tempête / ouragan |
| Domaine d'impact | | | | | | | | | | | | | | | |
| Santé | 0 | | | | | | | -1 | | | +1 | 0 | -1 | | C |
| Agriculture | -1 | | | n/a | 0 | -2 | | -2 | 0 | | +1 | 0 | 0 | | C |
| Forêt | | 0 | | | -1 | -1 | -1 | | | | | 0 | 0 | n/a | C |
| Infrastructures et bâtiments | -2 | -2 | +1 | n/a | | | | | | +1 | +2 | +1 | | n/a | C |
| Eaux | 0 | | | 0 | -1 | -1 | | | -1 | | | | -1 | | C |
| Tourisme | | | | | 0 | | | | +1 | | | -1 | 0 | | C |
| Energie | +1 | -1 | | | 0 | -2 | | | -2 | | +1 | | +2 | n/a | C |
| Biodiversité | -1 | | | | -1 | -1 | | | -1 | | -1 | | -1 | n/a | D |

Scénario climatique fort

| Aléa / Effet | Fortes précipitations | | | Précipitations moyennes | | | Températures extrêmes | | | Températures moyennes | | | Vent | Incertitude | |
|------------------------------|-----------------------|--|------------------------|-------------------------|---|---------------------|-----------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|-------------|-------------------|
| | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Chute de neige intense | Orage, Grêle | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Incendies | Vague de froid | Vague de chaleur | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres / éboulements / effondrements | Modification de la température moyenne | | Tempête / ouragan |
| Domaine d'impact | | | | | | | | | | | | | | | |
| Santé | 0 | | | | | | | -1 | | | +1 | 0 | -1 | | C |
| Agriculture | -1 | | | n/a | -1 | -3 | | -3 | 0 | | +1 | | -1 | | C |
| Forêt | | -1 | | | -2 | -2 | -1 | | | | | -1 | -2 | n/a | C |
| Infrastructures et bâtiments | -3 | -2 | +1 | n/a | | | | | | +2 | +3 | +1 | | n/a | C |
| Eaux | -1 | | | -1 | -1 | -2 | | | -2 | | | | -1 | | C |
| Tourisme | | | | | 0 | | | | +2 | | -2 | | 0 | | C |
| Energie | 0 | -2 | | | 0 | -3 | | | -3 | | +2 | | +3 | n/a | C |
| Biodiversité | -3 | | | | -3 | -3 | | | -3 | | -3 | | -3 | n/a | D |

| Légende catégorie d'impacts | | Légende incertitudes | |
|-----------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| +3 | Très positif | | |
| +2 | Positif | | |
| +1 | Plutôt positif | Très faible | A |
| 0 | Neutre | Faible | B |
| -1 | Plutôt négatif | Moyenne | C +/- 1 classe |
| -2 | Négatif | Grande | D +/- 2 classes |
| -3 | Très négatif | | |
| n/a | « no answer » | | |
| grisé | Non pertinent | | |

4.2 Résumés par domaine d'impact

Santé

Les impacts des changements climatiques sur la santé attendus dans le Jura sont limités par la taille de la population et la faible croissance attendue. Les conséquences négatives liées aux vagues de chaleur (ex. morts prématurées, perte d'efficacité au travail) paraissent donc mineures et les analyses actuelles ne montrent pas de lien significatif entre la canicule et le nombre de décès dans le canton. L'augmentation de la température moyenne et l'allongement de la période de végétation pourraient toutefois s'accompagner d'effets plutôt négatifs, tels qu'un allongement de la période déclenchant les symptômes d'allergies au pollen ou une propagation de maladies infectieuses transmises par des vecteurs (ex. maladie de Lyme par la tique) (catégorie d'impact -1).

Agriculture

La tradition agricole est bien présente dans le Jura. La production agricole étant particulièrement dépendante des conditions climatiques, ce domaine est donc jugé vulnérable aux changements climatiques prévus.

Les périodes de sécheresse ainsi que les vagues de chaleur représentent un risque majeur (catégorie d'impact -1 à -2) pour l'agriculture jurassienne, puisque l'eau est alors disponible en quantité limitée pour les plantes. Le potentiel d'irrigation au Jura est pratiquement nul étant donné la nature karstique des terrains et l'insuffisance de réservoirs naturels. Les épisodes de sécheresses / vagues de chaleur menacent donc la quantité ainsi que la qualité des récoltes. Dans les pâturages boisés, la production moyenne de biomasse herbacée pourrait augmenter légèrement avec une augmentation de la température, puisque l'ombre des arbres offre une protection contre la chaleur. Le stress thermique pourrait par ailleurs affecter le bétail (vaches, poules pondeuses, porcs) et ainsi induire une baisse de productivité (catégorie d'impact -1 à -2).

L'impact combiné de la modification des températures et des précipitations est difficile à déterminer, car l'interaction entre ces deux facteurs est complexe. De manière générale, une légère augmentation des températures est positive pour les rendements, mais passé un certain seuil (au-delà de 2-3°C, soit plus que le scénario fort), elle devient néfaste pour ces dernières. De même, une diminution des précipitations mène à une diminution des rendements. Nous estimons que sans mesures d'adaptation (remplacement des cultures actuelles par des cultures plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques) et avec une probable diminution des précipitations en été, les recettes agricoles diminueront en plaine, d'où la nécessité d'adapter les cultures en cultivant des espèces adaptées aux nouvelles conditions.

Forêt et Sylviculture

D'une part, les conséquences négatives sur les forêts et la sylviculture peuvent se manifester si des tempêtes plus fréquentes et plus intenses se confirment et induisent ainsi des dommages aux forêts (catégorie d'impact -1). D'autre part, même si l'intensité et la fréquence des tempêtes demeurent constantes, l'augmentation des températures moyennes et des sécheresses induisant des conditions idéales pour certains ravageurs forestiers (ex. bostryches) pourraient engendrer des exploitations forcées et des incendies (catégorie d'impact -1). Les perturbations attendues provoqueront une diminution de l'effet protecteur des forêts (catégorie d'impact -1). En effet, les infrastructures protégées jusqu'à maintenant par les forêts (ex. routes, voies ferrées) nécessiteront des réaménagements coûteux afin d'assurer adéquatement leur exploitation. Favorisés par l'augmentation d'aires perturbées (ex. par le biais des tempêtes ou des bostryches), des événements tels que des précipitations intenses pourraient mener à des laves torrentielles ou des glissements de terrains et potentiellement causer des dégâts aux infrastructures (voir chapitre Infrastructures et bâtiments).

Comme effet positif, une augmentation moyenne des températures est susceptible, par le biais d'une augmentation de la période de végétation de mener à une croissance accrue des réserves de bois. Cette opportunité ne peut cependant que se concrétiser avec un prix du bois permettant une utilisation économique de celui-ci et est ainsi liée de façon déterminante aux développements socio-économiques.

Infrastructures et bâtiments

Les impacts sur les infrastructures et les bâtiments étant influencés par les changements climatiques concernent avant tout deux domaines : les dommages liés aux phénomènes naturels ainsi que les coûts liés aux services hivernaux, en particulier l'entretien des routes.

L'évolution de l'influence des changements climatiques sur les dangers naturels est associée à de grandes incertitudes. Dans le Jura, plus de 70% des dommages naturels actuels causés aux bâtiments sont liés à des tempêtes et des événements de grêle ; cependant il n'est pas possible pour l'instant de prédire si ces dommages augmenteront ou diminueront dans le futur (catégorie d'impact 0).

Dans le cas du scénario climatique fort, une augmentation des crues de petite et moyenne envergure pourrait augmenter le risque d'inondations, responsables actuellement d'environ 20% des dommages aux bâtiments dans le Jura (catégorie d'impact -1).

Gestion de l'eau

Les vagues de chaleur et la diminution des précipitations estivales attendus pourraient engendrer des problèmes d'approvisionnement en eau dans le Jura. À titre d'exemple, en été 2013, des niveaux piézométriques relativement bas ont été observés et des interconnexions d'urgence ont dû être établies pour approvisionner en eau potable certains lieux isolés. Pour établir des interconnexions entre les réseaux de distribution et ainsi offrir une alternative stable en cas de pénurie locale, des dépenses importantes seront probablement nécessaires. Ces dépenses, de même que les conflits d'usage (agriculture contre préservation des biotopes dans les marais) associés aux pénuries d'eau représentent un risque significatif (catégorie d'impact -1 à -2), très légèrement contrebalancé par une épuration des eaux plus efficace (moins de déversements, meilleure nitrification) en cas de débit faible et de température élevée.

Tourisme

Les changements climatiques représentent à la fois un risque et une opportunité pour le tourisme jurassien. La modification du régime des précipitations pourrait profiter au tourisme estival et automnal, étant donné la diminution des précipitations attendues durant ces périodes de l'année (catégorie d'impact +1 à +2). La remontée du manteau neigeux représente une diminution de la sécurité d'enneigement des domaines skiables de la région (ex. Les Breuleux, Les Genevez) ainsi

que des pistes de randonnées en raquettes, mais ces risques sont déjà connus des exploitants (catégorie d'impact -1 à -2). Afin de composer avec des périodes d'enneigement plus courtes, des nouveautés (ex. luge gonflable) sont offertes et les conditions d'enneigement font l'objet d'une communication soignée. Le secteur hôtelier étant peu lié à la pratique des sports de neige (attirant principalement les excursionnistes), les pertes financières sont limitées et ce secteur ne devrait pas souffrir du manque de neige.

Au contraire, il est probable que le tourisme estival se développe, surtout dans les Franches-Montagnes représentant un « îlot de fraîcheur » pour les populations alentours qui souffriront toujours plus des températures élevées en été (catégorie d'impact +1 à +2).

Globalement, les risques liés aux changements climatiques semblent être moins importants que les opportunités pour le secteur touristique jurassien. En effet, les opportunités se situent surtout durant les intersaisons alors que les risques sont principalement focalisés sur la saison hivernale.

Énergie

Dans le domaine de l'énergie, une distinction doit être faite entre la production d'énergie et la consommation d'énergie.

Au niveau de la production d'énergie, l'augmentation des vagues de chaleur pourrait limiter les rendements des panneaux solaires photovoltaïques. Au niveau de la consommation, les vagues de chaleur impliquent une augmentation de la consommation électrique liée aux besoins croissants de rafraîchissement. Globalement, l'apparition plus fréquente de vagues de chaleur estivales intenses et prolongées implique un risque important (catégorie d'impact -2) pour l'approvisionnement électrique du canton.

Au niveau de la consommation, l'augmentation de la température moyenne compensera la consommation due aux besoins de rafraîchissement par une diminution des besoins en chauffage. De plus, l'augmentation de la température moyenne pourrait augmenter les rendements des panneaux solaires thermiques. Globalement, l'augmentation de la température moyenne constitue une opportunité (catégorie d'impact +2) favorable à une diminution des consommations de combustibles.

La diminution des précipitations l'été et l'automne, de même que les périodes de sécheresse pourraient rendre difficile l'exploitation des usines hydroélectriques de la région qui ont l'obligation d'assurer un débit résiduel minimal dans les cours d'eau. Cela représente un risque important (catégorie d'impact -2) pour le Jura dont 65% de l'énergie électrique indigène provient des exploitations hydroélectriques.

En considérant uniquement les changements climatiques, les risques apparaissent être légèrement plus importants que les opportunités pour le domaine de la production d'énergie, et inversement pour celui de la consommation d'énergie. Plusieurs changements socio-économiques peuvent toutefois prioritairement influencer la production et la consommation d'énergie.

Biodiversité

La biodiversité est, de nos jours déjà, menacée par de nombreux facteurs tels que la perte de milieux naturels, l'agriculture intensive, le mitage du territoire ou encore le développement d'espèces invasives. Dans ce contexte, les changements climatiques représentent une pression supplémentaire, mettant en danger l'état de la diversité biologique.

De nombreux milieux naturels et espèces sont mis à mal par l'évolution climatique. C'est le cas notamment des milieux aquatiques et des zones humides qui risquent de s'assécher ou d'être insuffisamment alimentés en eau consécutivement à la diminution des précipitations estivales et à l'allongement des périodes sèches. La diminution du niveau de l'eau pourrait entraîner une hausse des températures des eaux, un affaiblissement des concentrations en oxygène et dans certains cas une eutrophisation. L'efflorescence de cyanobactéries dans le Doubs au niveau de la Goule a, par exemple, été liée aux températures estivales élevées de l'été 2003. Les populations piscicoles

répondant de manière très rapide aux changements de température, la composition des espèces se verra fortement modifiée et s'adaptera aux nouvelles conditions avec un risque d'extinction plus élevé.

Parallèlement, un des impacts majeurs des changements climatiques consiste en un décalage vers le haut des étages de végétation, menaçant ainsi les espèces cryophiles. Au niveau de l'avifaune, des espèces de forêts de montagne tels que la chouette de Tengmalm ou le grand tétras, se situant aujourd'hui déjà en limite d'aire de répartition, pourraient voir leurs derniers bastions jurassiens disparaître.

Certaines espèces pourraient au contraire profiter des changements climatiques. C'est le cas notamment de nombreux invertébrés dont le cycle de reproduction est accéléré par l'augmentation des températures ou des espèces méditerranéennes dont la survie est rendue possible grâce aux hivers plus doux. L'augmentation de la température pourrait également favoriser le développement d'organismes invasifs tels que l'ambrosie, les solidages exotiques le buddleia ou l'ailante, ainsi que le développement d'organismes pathogènes tel que la maladie rénale proliférative (MRP) affectant certains poissons.

En résumé pour le domaine biodiversité, les risques semblent l'emporter sur les opportunités liés aux changements climatiques dans le canton du Jura. L'évaluation globale est plutôt négative pour le scénario faible et très négative pour le scénario fort (catégorie d'impact -1 à 3).

L'inquiétude des experts ne porte pas seulement sur les effets des changements climatiques, mais aussi sur la multitude de pressions que subit la biodiversité.

4.3 Facteurs socio-économiques

Comme mentionné précédemment, les incertitudes liées aux développements socio-économiques ne sont pas examinées en profondeur dans le cadre du présent rapport. Toutefois, certains facteurs ont pu être identifiés comme étant potentiellement déterminants pour l'évaluation des risques et opportunités liés aux changements climatiques dans le Jura. Ces facteurs sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 4-2 Facteurs socio-économiques jugés potentiellement importants pour l'évaluation des risques et opportunités liés aux changements climatiques

| Domaine d'impact | Facteurs socio-économiques |
|-----------------------------|--|
| Santé | <ul style="list-style-type: none"> • Croissance démographique. • Distribution des âges. |
| Agriculture | <ul style="list-style-type: none"> • Marché international et accord de libre-échange Suisse-Union européenne dans le secteur agroalimentaire. |
| Forêt | <ul style="list-style-type: none"> • Prix de vente du bois. • Coûts des soins aux forêts et coupes de bois. • Utilisation de la forêt par la population (loisirs). |
| Infrastructure et Bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> • Évolution des montants assurés (évolution de la valeur des biens, par exemple suite à une rénovation) • Évolution de la vulnérabilité des bâtiments / infrastructures liée à la prise en compte des cartes de dangers dans les plans d'affectation, aux standards de construction, au type de matériaux utilisés (plus ou moins résistants), etc. • Efficacité des mesures de protection (ouvrages de protection, plans d'urgence, etc.) |
| Gestion de l'eau | <ul style="list-style-type: none"> • Préservation des zones de protection associées aux sources d'eau karstique. • Coûts associés à l'interconnexion des réseaux d'eau jurassiens. • Développements urbains, subventions aux produits agricoles. • Réalisation du Plan Sectoriel Eaux. |
| Tourisme | <ul style="list-style-type: none"> • Taux de change. • Développement économique des pays de provenance des visiteurs. • Actions de communication et de publicité en Suisse et à l'étranger. • Création de nouvelles attractions touristiques. • Croissance démographique des populations alentours (ex. Zürich, Bâle). |
| Énergie | <ul style="list-style-type: none"> • Prix des agents énergétiques. • Nombre et performances énergétiques des nouvelles constructions. • Exigences légales (performance des installations, énergies renouvelables). • Réalisation de la « Conception cantonale de l'énergie et plan de mesures 2015-2021 » (SDT 2015). • Répartition des sources d'énergie. • Degré d'autonomie énergétique. |
| Biodiversité | <ul style="list-style-type: none"> • Diminution des surfaces de milieux naturels. • Agriculture intensive. • Mitage du territoire. • Développement d'espèces invasives d'origine anthropique. |

5. Santé

5.1 Paramètres de base

L'Organisation Mondiale de la Santé a défini la santé comme étant « un état de complet bien-être physique, mental et social qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (OMS, 1946). Ainsi la notion de santé va bien au-delà de la préservation ou le maintien d'un bon état de forme, de la guérison ou encore de la maladie. La santé implique et contient une quantité d'autres paramètres qui l'influencent implicitement. On peut les regrouper en trois catégories principales.

- Les facteurs sociaux : Le mode de vie (alimentation, consommation d'alcool, tabagisme, etc.) est en grande partie influencé par des facteurs sociaux comme l'accès à l'éducation, la discrimination et l'exclusion sociale. Au contraire, de bons liens sociaux sont généralement favorables à une bonne santé.
- Les facteurs économiques : la stabilité de l'environnement économique (revenu, emploi, logement, conditions de travail, etc.) a une influence très importante sur la santé. Ainsi, aussi bien le surmenage que le désœuvrement sont des situations économiques générant stress, anxiété, voire dépression. Au niveau d'une société, cela peut être mesuré, par exemple, avec des indicateurs tels que l'inégalité des revenus, le salaire médian, le taux de chômage, l'existence de politiques économiques.
- Les facteurs environnementaux : la qualité de l'air, des eaux, des sols est également un paramètre essentiel pour préserver et maintenir une population en bonne santé. De manière générale, une diminution de la pollution est bénéfique pour la santé.

Ces facteurs ne peuvent pas être considérés séparément et sont étroitement liés.

La Figure 5-1 illustre la répartition de la population par classe d'âge et par genre au 1^{er} janvier 2007 dans le canton du Jura. L'âge médian est de 43 ans. Les personnes dont l'âge est inférieur à 20 ans représentent 22.19 % de la population. Les personnes âgées de plus 80 ans constituent 5.66 % de la population.

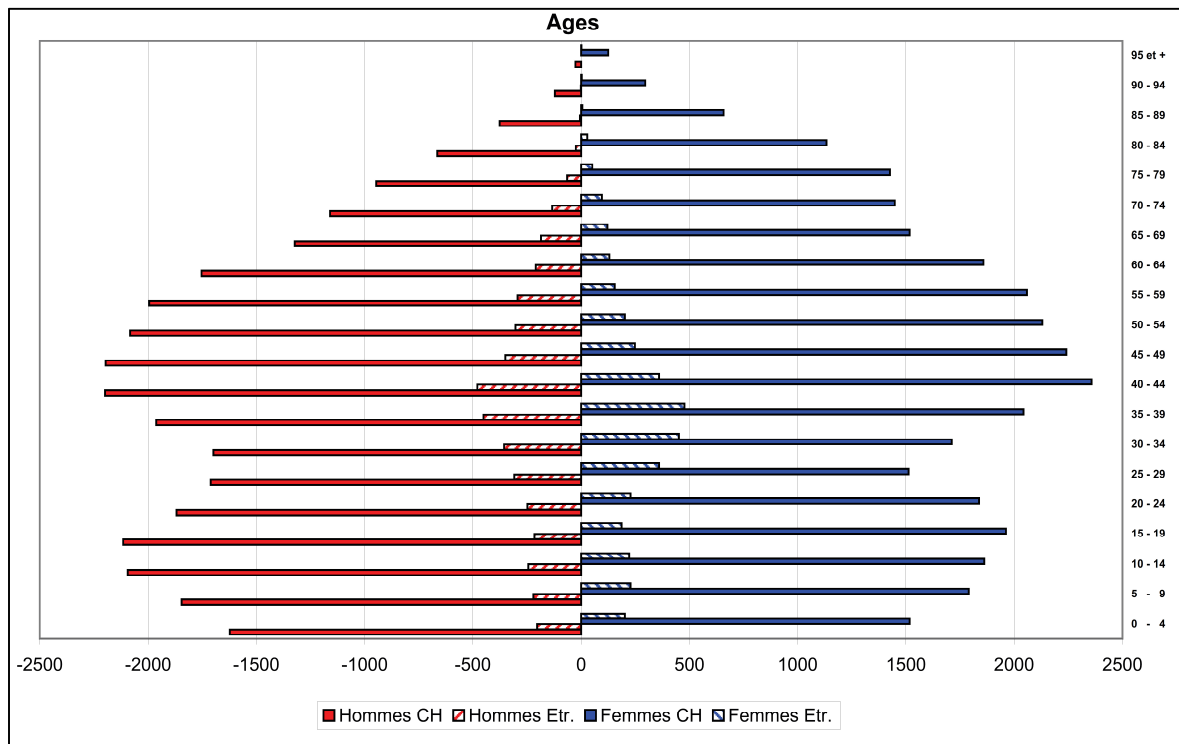


Figure 5-1 Pyramide des âges du canton du Jura selon la nationalité (source OFS/ESPOP 2006)

5.2 Impacts liés aux changements climatiques

L'analyse des aléas et des effets des changements climatiques sur la santé à l'horizon 2060 révèle que le Jura est globalement peu exposé à des risques majeurs ou un accroissement de la fréquence et de l'intensité des événements selon les experts cantonaux consultés. Le Tableau 5-1 synthétise les aléas pertinents pour le domaine de la santé et le type d'analyse effectuée.

En fonction des critères d'évaluation de la matrice de pertinence (Tableau 4-1), les impacts liés au changement climatique ont été traités uniquement de manière qualitative pour la région jurassienne, les données quantitatives concernant les allergies ont néanmoins pu être utilisées pour étayer l'analyse qualitative faite sous 5.2.2.

Tableau 5-1 Aperçu des effets du changement climatique dans le domaine de la santé

| Aléas/effets | Impacts analysés qualitativement |
|--|--|
| Crues | <ul style="list-style-type: none"> Décès et blessés. |
| Vagues de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> Problèmes de santé liés à la chaleur (coups de chaleur, déshydratation. Hyperthermie, maladies des voies respiratoires dues à l'ozone, maladies cardiovasculaires). Personnes souffrant de la chaleur. Efficacité au travail : réduction de la performance: baisse du rendement mental et physique au travail. Décès, blessés, malades (plus d'exposition au soleil, augmentation des risques de cancer de la peau, augmentation des maladies infectieuses transmises par la nourriture et l'eau ex : salmonelles). |
| Réduction du manteau neigeux | <ul style="list-style-type: none"> Moins d'accidents routiers (Décès et blessés). |
| Chutes de pierres, éboulements/effondrements | <ul style="list-style-type: none"> Décès et blessés. |
| Modifications de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> Allongement de la période de végétation, saison pollinique prolongée, nombre de personnes allergiques. Maladies infectieuses transmises par des vecteurs (ex : moustique tigre, tiques, etc.) |

La figure ci-dessous illustre les chaînes d'impacts existantes entre les différents aléas considérés et leurs conséquences possibles sur la santé ainsi que les indicateurs permettant leur évaluation.

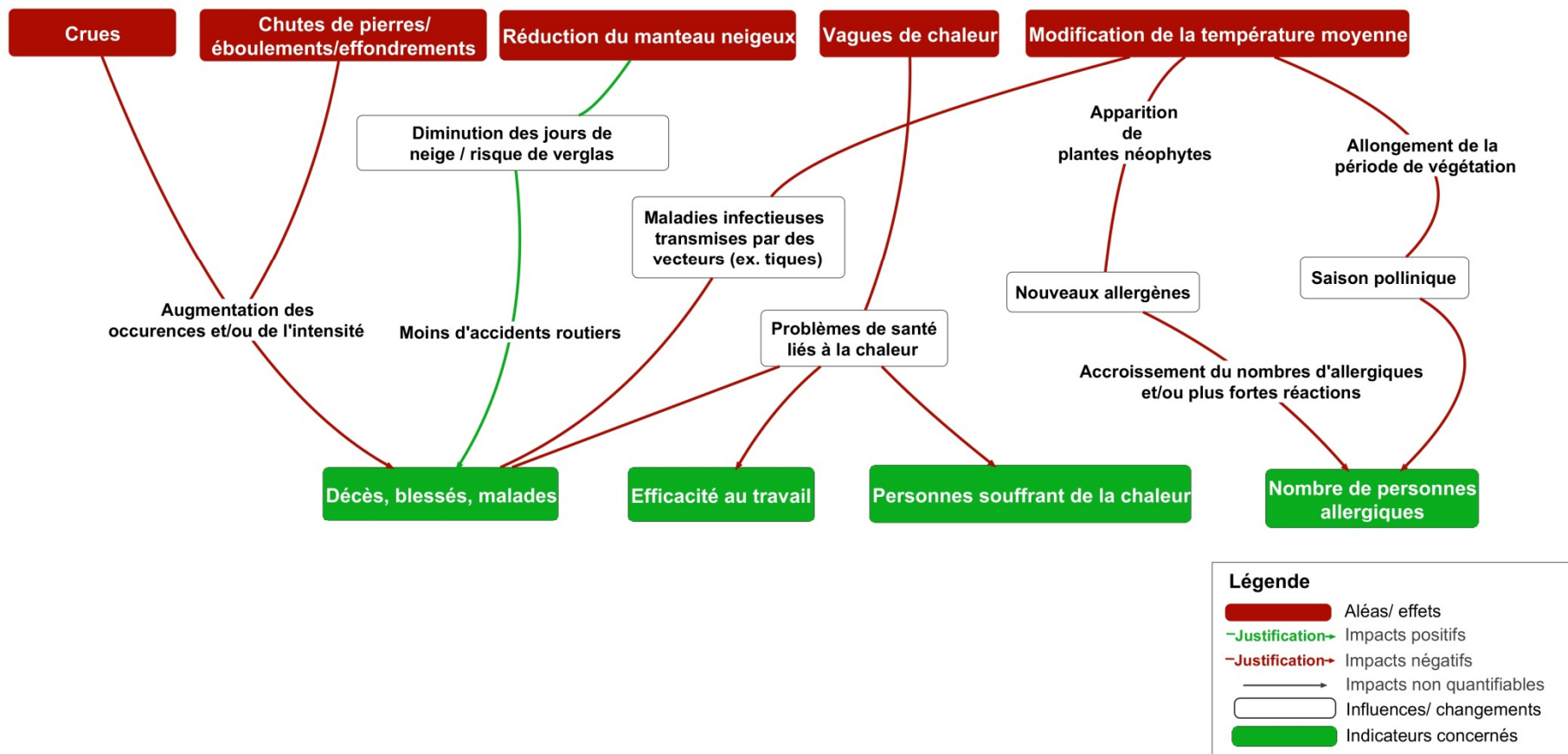


Figure 5-2 Chaîne d'impacts attendus en raison des changements climatiques en relation avec les indicateurs – étude qualitative

Effets imprévisibles n'étant pas pris en compte dans l'étude

Tous les effets potentiels du changement climatique sur la santé de la population ne se manifestent pas à l'heure actuelle et ne sont pas encore connus. Les phénomènes inattendus qui pourraient avoir des effets conséquents dans le domaine de la santé sont par exemple :

- L'apparition de nouvelles maladies inconnues jusqu'à présent. Par exemple des maladies à transmission vectorielle qui peuvent se propager en raison des températures élevées le long des axes de circulation.
- La migration de nouvelles espèces de plantes allergènes, notamment à partir du bassin méditerranéen (par exemple cyprès, pariétaire et éventuellement oliviers). Les nouvelles espèces allergènes peuvent rallonger la durée de l'apparition des symptômes allergiques mais également accroître le nombre de personnes allergiques et / ou entraîner de plus fortes réactions.

En raison des fortes incertitudes pesant sur ces effets potentiels, ceux-ci ne sont pas approfondis par la suite. En revanche, lors de l'élaboration d'une stratégie d'adaptation ou d'un plan de mesures, ces effets ne sont pas à négliger, spécialement lors de la planification de dispositifs de suivi ou de détection précoce.

5.2.1 Impacts des vagues de chaleur

Les vagues de chaleur sont définies comme une combinaison de journées caniculaires (>30°C) avec des nuits tropicales (> 20°C). Elles se produiront plus fréquemment et seront plus intenses avec le changement climatique.

Dans les régions situées entre 800 et 1'200 m du canton du Jura, le nombre de jours de canicule va sensiblement augmenter. Aujourd'hui, le nombre de journées caniculaires est de 1 jour par année en moyenne et on s'attend à ce que cette moyenne augmente, aux alentours de 2060, à 2 jours (faible réchauffement, domaine moyen de RCP3PD), voire jusqu'à 7 jours de canicule (fort réchauffement, domaine supérieur de A1B).

On estime que la canicule de l'été 2003 a provoqué de manière directe ou indirecte environ 1'000 décès supplémentaires en Suisse. Ce chiffre met en évidence la fragilité de la population face aux vagues de chaleur (OcCC, 2007). Il est probable que le nombre de victimes de la chaleur augmente sensiblement avec le réchauffement climatique. Les populations les plus à risque et les plus affectées par ces phénomènes sont les personnes âgées, notamment les personnes vivant seules ainsi que les enfants en bas âge. Cependant en comparaison avec d'autres aléas et effets, l'occurrence des vagues de chaleur attendues dans le Jura demeure faible et les mesures en place permettent déjà de réduire les risques de décès de manière satisfaisante d'après les informations fournies par le médecin cantonal. Ceci est également à mettre en lien avec la faible population jurassienne (environ 72'000 personnes avec une faible croissance attendue) et le fait que les grandes chaleurs touchent prioritairement les zones urbaines. Les risques liés aux vagues de chaleur, bien qu'importants au niveau national, restent donc faibles au niveau du canton et de l'arc jurassien, il n'y a d'ailleurs pas de corrélation manifeste entre le nombre de décès et la canicule de 2003 pour les chefs-lieux jurassien⁵.

Quant aux autres risques liés aux vagues de chaleur (augmentation du nombre de personnes souffrant de la chaleur, baisse de l'efficacité au travail, augmentation du nombre de personnes s'exposant au soleil, augmentation des risques de cancer de la peau), les études manquent au niveau cantonal pour les évaluer actuellement. Nous pouvons cependant supposer que ces risques tendront à augmenter.

⁵ Analyse des effets de la canicule en 2003 sur la mortalité dans les 3 chefs-lieux du canton du Jura. Bureau de la statistique. Philippe Kauffmann. Delémont 2005

5.2.2 Impacts de la hausse de la température moyenne

Concentration en pollen

Avec la hausse de la température moyenne, la période de végétation se prolonge tout comme la durée totale de la saison pollinique (voir Chapitre Forêt). Ainsi les effets pour les personnes allergiques augmentent proportionnellement avec la durée d'exposition aux pollens. Les valeurs de la période de végétation, respectivement la durée de la saison pollinique en fonction de l'altitude sont présentées dans le Tableau 5-2. Concrètement, on considère que la saison des pollens est plus courte de 30 jours que la période de végétation.

Tableau 5-2 Durée des périodes de végétation et de la saison pollinique pour la région jurassienne selon l'altitude, aujourd'hui et en fonction des différents scénarios climatiques (Source : MeteoSuisse 2013)

| | Présent | 2060-faible RCP3PD | 2060-fort A1B | Altitude |
|---|---------|-----------------------|------------------|--------------|
| Période de végétation (nombre de jour) | 197 | 222 | 262 | > 1200 m |
| | 217 | 239 | 277 | 800 – 1200 m |
| | 248 | 270 | 304 | 500 – 800 m |
| | 263 | 284 | 316 | < 500 m |
| Saison pollinique (nombre de jour) | 167 | 192 | 232 | > 1200 m |
| | 187 | 209 | 247 | 800 – 1200 m |
| | 218 | 240 | 274 | 500 – 800 m |
| | 233 | 254 | 286 | < 500 m |

Le nombre supposé de personnes allergiques et asthmatiques peut être estimé à partir de l'étude que le canton d'Argovie a effectuée (EBP/SLF/WSL 2013b). Selon cette dernière, environ 15% de la population adulte et 10% des enfants sont allergiques aux pollens. En se basant sur cette étude, on peut estimer à 10'000 le nombre de personnes allergiques dans le canton du Jura ($0.10 \cdot 15'921$ enfants + $0.15 \cdot 55'817$ adultes (FISTAT 2014).

Les allergies provoquent des réactions disproportionnées du système immunitaire face à des substances étrangères aux corps. Les causes et les mécanismes de ces réactions ne sont pas encore totalement connus. Dans le cas des allergies dues aux pollens, les symptômes typiques sont des rhinites, crises d'éternuement et yeux larmoyants (AHA 2015).

Les principales répercussions financières identifiables dues au changement climatique dans le domaine de la santé sont liées à l'augmentation de la durée de la saison pollinique. Le nombre de jour durant lesquels les personnes sont affectées par des allergies dues aux pollens (personne-jour) et les coûts induits sont estimés dans le Tableau 5-3.

Tableau 5-3 Exemple d'estimation de la gêne occasionnée par les allergies dues aux pollens sur la population pour l'étage de végétation situé entre 800 m et 1'200 m. La valeur est ensuite monétarisée avec 10.- Frs par personne-jour

| | 2010 | 2060-faible | 2060-fort |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Nombre de personnes allergiques | 10'000 | | |
| Durée de la saison pollinique pour l'étage de végétation situé entre 800 m et 1'200 m | 187 | 209 | 227 |
| Proportion de journée de la saison pollinique avec atteintes graves | 10% | | |
| Nombre de personne-jour | 187'000 | 209'000 | 227'000 |
| Charge monétaire | 1.87 Mio. Fr. | 2.09 Mio. Fr. | 2.27 Mio. Fr. |

Dans le cas du scénario 2060-faible, cela correspond à une augmentation de +12% des coûts et dans le cas du scénario 2060-fort à une augmentation de +21% des coûts. En termes de personnes touchées, les chiffres restent relativement faibles pour les deux scénarios. Ces résultats sont bien sûr à considérer d'un point de vue qualitatif, ils ne représentent en aucun cas une donnée absolue en termes de coûts, mais une simple estimation. Cela nous mène à considérer ce risque comme plutôt négatif (catégorie d'impact -1) pour l'état actuel et étant donné la faible augmentation démographique, le risque tend à rester stable.

Autres effets : Maladies infectieuses à transmission vectorielle et propagation des tiques

Selon l'OMS (2015), les vecteurs sont des organismes vivants qui peuvent transmettre des maladies infectieuses d'un hôte (animal ou humain) à un autre. Il s'agit souvent d'insectes hématophages c'est-à-dire qui se nourrissent de sang tels que les moustiques et les tiques. En se nourrissant, ils ingèrent des micro-organismes pathogènes présents dans un hôte infecté pour les inoculer à un nouvel hôte lors de leur prochain repas. Les moustiques propagent principalement la dengue, la fièvre jaune et le paludisme, alors que les tiques servent de vecteur à la maladie de Lyme, parfois appelée aussi borréliose ainsi qu'à la MEVE (méningo-encéphalite verno-estivale).

Les maladies à transmission vectorielle sont responsables de plus de 17% de toutes les maladies infectieuses. Leur distribution spatiale est déterminée par une dynamique complexe résultant de facteurs environnementaux et sociaux. Les échanges internationaux, le commerce, les voyages ou encore le changement climatique ont depuis quelques années un impact marqué sur la propagation de ces maladies. Par exemple, la dengue apparaît actuellement dans des endroits qui en étaient exempts jusqu'à aujourd'hui. Un des moyens pour lutter et éliminer ces maladies est de garantir l'accès à l'eau potable et de maintenir des hauts niveaux de qualité des systèmes d'assainissement et d'épuration des eaux. Il est possible également de prévoir l'apparition de ces maladies et ainsi atténuer leur propagation en employant les données climatiques et en surveillant les espèces susceptibles de transmettre des maladies.

Les tiques sont présentes dans toute la Suisse jusqu'à environ 1'200 m d'altitude (OFEV 2007). On s'attend à ce que les tiques se répandent dans les régions situées plus en altitude. De manière générale, les zones où il est possible de contracter une infection à la borréliose vont s'accroître en Suisse, mais pas forcément dans le canton du Jura où les tiques seront acculées dans les zones en altitude.

5.2.3 Impacts des autres aléas

En raison de l'augmentation des températures et de la diminution du nombre de jours avec de la neige fraîche et de gel, les routes du canton du Jura seront plus rarement gelées et enneigées (réduction du manteau neigeux). Par conséquent, une amélioration des conditions de circulation en période hivernale est attendue, ce qui devrait s'accompagner d'une réduction d'accidents de la route

liés au verglas et/ou la neige. Aussi, le nombre de victimes et de blessés dus à la circulation routière devrait diminuer.

De plus, comme déjà mentionné dans les études de cas en Argovie et à Uri (EBP/SLF/WSL 2013b; INFRAS/Egli Engineering 2014), la hausse de la température moyenne aura des effets sur les denrées alimentaires et les ressources en eau, accroissant ainsi le risque d'intoxications alimentaires.

En outre, des températures plus élevées peuvent affecter les voies respiratoires à cause de plus hautes concentrations en ozone et peuvent aussi favoriser les maladies transmises par des vecteurs qui sont des supports de maladies infectieuses (OcCC 2007).

5.3 Évaluation des impacts

5.3.1 Risques actuels

Les risques actuels identifiés dans le domaine de la santé sont liés aux vagues de chaleur et à la modification des températures moyennes. Les risques actuels ainsi identifiés constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs.

Les problèmes sanitaires actuels sont peu nombreux et sont en outre déjà pris en compte par des mesures de prévention et de contrôle. Par exemple, en cas de vagues de chaleur, l'alerte est donnée par MeteoSuisse et le médecin cantonal relaie l'information aux communes, aux pharmacies et aux EMS et rappelle les recommandations en la matière. À noter qu'il n'y a actuellement pas de corrélation entre le nombre de décès et la canicule de 2003 dans les agglomérations jurassiennes. L'incertitude sur les risques actuels est classée comme étant très petite (A) étant donné que ces risques sont bien identifiés par les experts de la Santé.

Tableau 5-4 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| Indicateur | Etat actuel | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|--|---|
| | Aléa / Effet Crues | Vagues de chaleur | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierre éboulements effondrements | Modification de la température moyenne |
| Affectés par les allergies | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| Affectés par la vague de chaleur | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Décès, blessés et malades | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| Canton JU | 0 | 0 | -1 | 0 | -1 |

5.3.2 Scénario faible et fort

À l'avenir, les problèmes sanitaires engendrés par le changement climatique auront un impact faible sur la population (catégorie d'impact -1). L'ampleur d'une canicule ne devrait pas être exagérée étant donné que les mesures pour y remédier sont relativement simples et déjà existantes⁶. Après pondération des effets positifs et négatifs, on peut considérer que pour la région jurassienne, l'influence du changement climatique sur les effets des vagues de chaleur d'après les deux scénarios climatiques est globalement faible (catégorie d'impact -1). C'est pourquoi les conséquences des différents aléas sur les indicateurs ne sont pas distinguées en fonction des deux scénarios climatiques considérés dans la présente étude de cas et sont regroupés dans le tableau 5-5.

⁶ E-mail de Mme N. Gambin du 18.11.2015

Tableau 5-5 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) – scénarios faible et fort

| Indicateur | Scénario faible et fort | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------------------|------------------------------|--|--|
| | Aléa / Effet | Crues | Vagues de chaleur | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierre éboulements effondrements | Modification de la température moyenne |
| Affectés par les allergies | | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| Affectés par la vague de chaleur | | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| Décès, blessés et malades | | 0 | -1 | +1 | 0 | 0 |
| Canton JU | | 0 | -1 | +1 | 0 | -1 |

Concernant, les effets liés à l'augmentation de la durée de la période de végétation, les répercussions sur les personnes allergiques seront proportionnelles à l'augmentation de la durée de la saison pollinique (voir Impacts du scénario économique). Les risques peuvent donc être considérés comme plutôt négatifs mais là encore, une distinction entre les deux scénarios semble exagérée étant donné la taille de la population concernée.

5.3.3 Incertitudes

L'incertitude des effets du changement climatique est particulièrement grande puisqu'il existe peu de données sur les répercussions des paramètres climatiques dans le domaine de la santé.

De surcroît, il n'existe pas d'étude psycho-sociologique permettant de prendre en compte et évaluer les effets non-quantifiables comme l'augmentation de la pénibilité en période de canicule, les désagréments subis par les personnes allergiques et les changements de comportements qui découleront des changements climatiques.

Considérant le nombre élevé de questions ouvertes, les incertitudes liées aux changements climatiques dans ce domaine sont classées dans la catégorie C. Ce qui signifie que le classement de l'impact est plausible mais pourrait également être classé dans la catégorie supérieure ou inférieure (Tableau 3-3).

5.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La Figure 5-3 représente les liens avec les différents champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques.

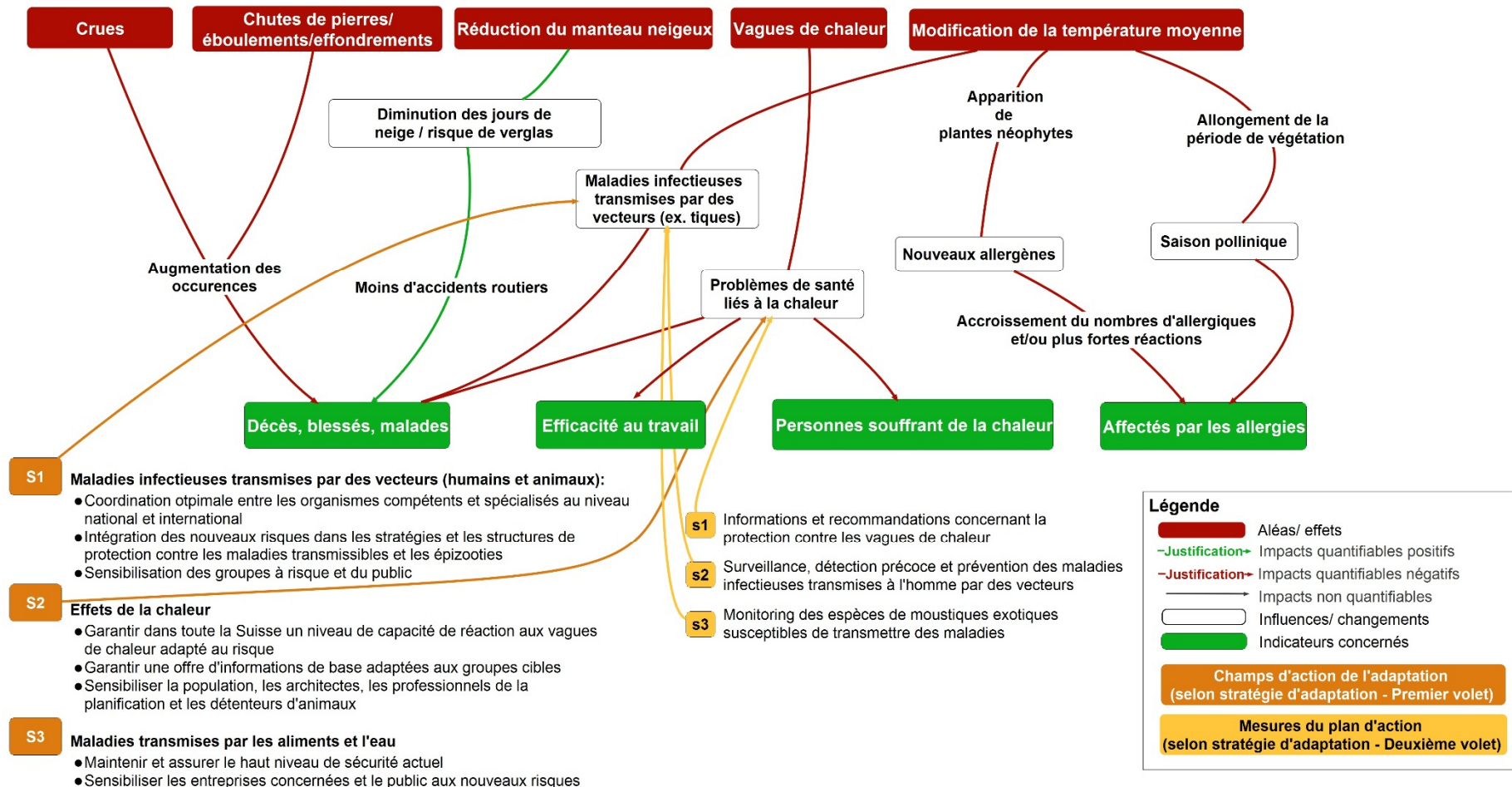


Figure 5-3 Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral

Dans le domaine de la santé, les principales stratégies d'adaptation au changement climatique demeurent la prévention, l'information et la sensibilisation des populations. En outre, il sera essentiel de suivre l'évolution des maladies transmises par les tiques et celles transmises par les moustiques tigres et de garder un œil sur l'évolution des zoonoses et des épizooties transmises par des vecteurs se déplaçant vers le nord.

5.5 Impacts du scénario socio-économique

Une hausse relativement faible de la population jurassienne est à prévoir (environ + 2.5 % entre 2010 et 2035 par l'Office Fédéral de la Statistique (OFS, 2011). Par contre, du fait du vieillissement de la population et de la modification de la pyramide des âges, la vulnérabilité de la population sera accrue.

En conclusion, le vieillissement de la population et la modification de la distribution des classes d'âges risquent d'avoir un impact plus grand sur les problèmes sanitaires indépendamment du climat.

5.6 Références

- Bureau de la statistique. Philippe Kauffmann. Delémont (2005). Analyse des effets de la canicule en 2003 sur la mortalité dans les 3 chefs-lieux du canton du Jura.
- FISTAT, Fondation inter jurassienne pour la statistique (2014) : Mémento statistique inter jurassien 2014.
- MétéoSuisse, OFEV (2013). Scénario climatique Suisse – un aperçu régional. Pp. 12-15.
- OcCC, Organe consultatif sur les changements climatique (2007) : Les changements climatiques et la Suisse en 2050, impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie.
- OFEV (2007) : Changements climatiques en Suisse, indicateurs des causes, des effets et des mesures.
- OMS (1946) : Préambule à la Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé, tel qu'adopté par la Conférence internationale sur la Santé, New York, 19-22 juin 1946; signé le 22 juillet 1946 par les représentants de 61 Etats. 1946; (Actes officiels de l'Organisation mondiale de la Santé, n°. 2, p. 100) et entré en vigueur le 7 avril 1948.
- EBP/SLF/WSL (2013a). Analyse klimabedingter Risiken und Chancen des Klimawandels in der Schweiz. Methodenbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- EBP/SLF/WSL (2013b). Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau. Ergebnisbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern

Sites internet consultés :

- OMS (1946) : Organisation mondiale de la santé. Site consulté le 23.10.15
<http://www.who.int/about/definition/fr/print.html>
- OMS (2015) : Organisation mondiale de la santé. Site consulté le 19.11.15
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/fr/>
- AHA (2015) : Centre d'allergie suisse. Site consulté le 19.11.15
- <http://www.pollenundallergie.ch/infos-sur-pollens-et-allergies/centreatlergie/info-allergies/405/?oid=1932&lang=fr#>

6. Agriculture

6.1 Paramètres de base

Le canton du Jura possède une forte tradition agricole, qui se traduit dans les statistiques d'occupation du sol : la surface agricole couvre presque 50% de la surface totale du canton. Alors que la surface totale du canton du Jura représente environ 2% de la surface totale de la Suisse, la Surface Agricole Utile (SAU) cantonale correspond, elle, à environ 3.8% de la SAU nationale, ce qui démontre l'importance de l'agriculture pour le canton.

En 2014, 1'028 exploitations (statistiques OFS) (dont 962⁷ reçoivent des paiements directs) se partagent cette surface d'environ 40'000 hectares (sans compter les pâturages communaux). En moyenne, une exploitation travaille environ 39 ha de SAU. La moyenne suisse étant de 19 ha⁸, les exploitations jurassiennes peuvent donc être considérées comme étant de grande taille par rapport à cette moyenne. A ces surfaces s'ajoutent encore près de 5'800 ha de pâturages d'estivage, situés hors de la SAU.

Près de la moitié de la SAU se situe en zone de montagne (ZM1 à ZM3). Le Tableau 6-1 résume la répartition des surfaces selon les zones agricoles.

Tableau 6-1 Surface par type de zone agricole (source : J.-P. Lachat, ECR, sur la base des données OFS)

| Zone ⁹ | Surface (ha) | % de la SAU |
|--------------------|--------------|-------------|
| Zone de plaine | 15'895 | 39.5 |
| Zone des collines | 4'317 | 10.7 |
| Zone de montagne 1 | 5'106 | 12.7 |
| Zone de montagne 2 | 14'507 | 36.0 |
| Zone de montagne 3 | 432 | 1.1 |
| Zone de montagne 4 | 0 | 0.00 |

Les prairies et pâturages représentent à eux seuls plus de 70 % de la SAU, consacrés à la production animale. À titre d'exemple, selon le site de la CJA¹⁰, la production laitière cantonale représentait 2.8% de la production suisse en 2009.

Le district des Franches-Montagnes (et dans une moindre mesure les autres districts) se distingue par d'importantes surfaces de pâturages boisés. Au niveau cantonal, ceux-ci couvrent environ 4'600 ha de cet écosystème agroforestier. Bien connues des visiteurs, ces unités paysagères jouent le rôle de « carte de visite » du canton, tout en remplissant leur fonction de production agricole et forestière.

⁷ Chambre jurassienne d'agriculture, CJA, 2015

⁸ Meyer S., 2015. (Valeur 2013)

⁹ Définition des zones dans l'Ordonnance fédérale sur les zones agricoles (RS 912.1)

¹⁰ www.agrijura.ch

Tableau 6-2 Production végétale : SAU par culture, canton du Jura et Suisse. OFS, Relevé des structures agricoles¹¹
(données en ha)

| Production végétale 2004 – 2014 | Jura | | CH | |
|------------------------------------|--------|--------|-----------|-----------|
| | 2004 | 2014 | 2004 | 2014 |
| Surface agricole utile SAU | 40'006 | 40'257 | 1'064'574 | 1'051'183 |
| Terres ouvertes | 11'208 | 10'438 | 281'302 | 271'474 |
| ... céréales | 7'162 | 6'008 | 161'753 | 143'416 |
| ... pommes de terre, betteraves | 519 | 439 | 33'609 | 32'965 |
| ... graines et fruits oléagineux | 861 | 1'141 | 23'217 | 28'485 |
| ... autres terres ouvertes | 2'666 | 2'850 | 62'724 | 66'608 |
| Surfaces herbagères | 28'462 | 29'387 | 748'811 | 741'108 |
| Cultures pérennes | 32 | 32 | 23'019 | 23'747 |
| Autre SAU | 303 | 399 | 11'442 | 14'853 |

D'après les données OFS (fournies par ECR, J.-P. Lachat), la valeur totale de la production agricole jurassienne, pour l'année 2014 correspond à environ 247 millions de francs. Ce montant représente le 2.2 % de la valeur totale de la production agricole nationale. Avec environ 135 millions de francs en 2014, la valeur relative de la production animale représente 57% de la valeur totale soit environ 10 % de plus que la valeur nationale. Ceci confirme l'importance économique prépondérante de la production animale dans le canton du Jura. La valeur totale de la production animale suisse dépasse les 4.7 milliards de francs. Avec une valorisation monétaire d'environ 0.13 milliards de francs, la part du Jura atteint environ 2.7% de la valeur nationale.

Le canton affiche une perte d'emploi dans le secteur primaire de l'ordre de 16% entre 2001 et 2008. Il apparaît clairement que les petites et moyennes exploitations disparaissent au profit d'exploitations de plus grande taille. La proportion des exploitations de plus de 30 hectares est passée de 48 % en 2000 à 60.5 % en 2014. La part des exploitations de plus de 50 hectares est, elle, passée de 15.8 à 26.5 % dans la même période (source : OFS, données traitées par J.-P. Lachat, ECR. Voir aussi FISTAT, 2015).

¹¹ Source des tableaux :
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/07/03/blank/ind24.indicator.240204.2402.html?open=2001#2001>

6.2 Impacts liés aux changements climatiques

Les effets et aléas liés aux changements climatiques et leurs incidences sur l'agriculture font l'objet d'une analyse qualitative. Le Tableau 6-3 répertorie les différents impacts des changements climatiques sur le domaine de l'agriculture.

Tableau 6-3 Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine de l'agriculture dans le canton du Jura

| Aléa / effet | Évaluation qualitative |
|--|---|
| Crues | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux cultures. Érosion des sols. Pollution des eaux. |
| Laves, glissement de terrain, coulée de boue | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux cultures. Érosion des sols. |
| Orage - Grêle | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux cultures. |
| Modification du régime des précipitations | <ul style="list-style-type: none"> Érosion, perte de matière organique et pollution des eaux. Productivité végétale affectée de façon incertaine : modification de la croissance des plantes, pertes en quantité et qualité des récoltes, facilité du travail (fenêtres d'intervention pour traitements, récoltes etc.) |
| Sécheresse générale | <ul style="list-style-type: none"> Espèces / variétés non adaptées (qui ne sont plus cultivables), modification du type de cultures. Productivité végétale affectée positivement (nouvelles espèces adaptées) et négativement (pertes dans la quantité et la qualité des récoltes). Bien-être animal affecté négativement par les problèmes d'apports en eau et la baisse de productivité. |
| Vague de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> Atteinte au bien-être des animaux, stress thermique (moins dans les Franches-Montagnes car pâturages boisés). Atteintes à certaines cultures. Pertes de productivité animale. |
| Gel | <ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la saison de végétation (si diminution du nombre de jours de gel). Effet sur la reproduction et le développement des ravageurs. |
| Réduction du manteau neigeux | <ul style="list-style-type: none"> Nouvelles possibilités de culture, notamment élévation de la limite altitudinale pour les céréales. Perte de l'effet protecteur contre le froid et le gel. |
| Modifications de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> Opportunité de nouvelles cultures, grandes cultures en altitude (Franches-Montagnes), augmentation des rendements / profits. Agents pathogènes : apparition et/ou développement qui deviennent contraignants pour l'agriculture et l'élevage. Période de végétation prolongée, productivité végétale affectée positivement ou négativement. Effet sur la reproduction et le développement des ravageurs. |

D'autres risques que ceux liés aux changements climatiques peuvent avoir des impacts encore plus importants sur l'agriculture :

- Modifications de la politique agricole ;
- Introduction d'espèces invasives par le biais des transports ;
- Déprise agricole ou perte de compétence dans l'agriculture en raison d'une rentabilité insuffisante de cette activité ;
- Évolution des marchés et des prix.

Indicateurs

Dans le domaine d'impact « Agriculture », les indicateurs qui permettraient de quantifier les conséquences des changements climatiques sont les suivants :

- Augmentation ou diminution des rendements (« produits »), par exemple grâce à une augmentation des récoltes – ou du nombre de coupes dans les herbages
- Augmentation ou diminution des dépenses (« charges »), par exemple par l'augmentation de la fréquence des traitements phytosanitaires
- Augmentation ou diminution des « dommages matériels », par exemple par l'augmentation de la fréquence des phénomènes de laves torrentielles.

Faute de données, la majorité des aléas / effets seront analysés de manière qualitative.

La figure ci-dessous schématise les interactions entre les différents aléas/effets et leurs impacts sur les activités agricoles.

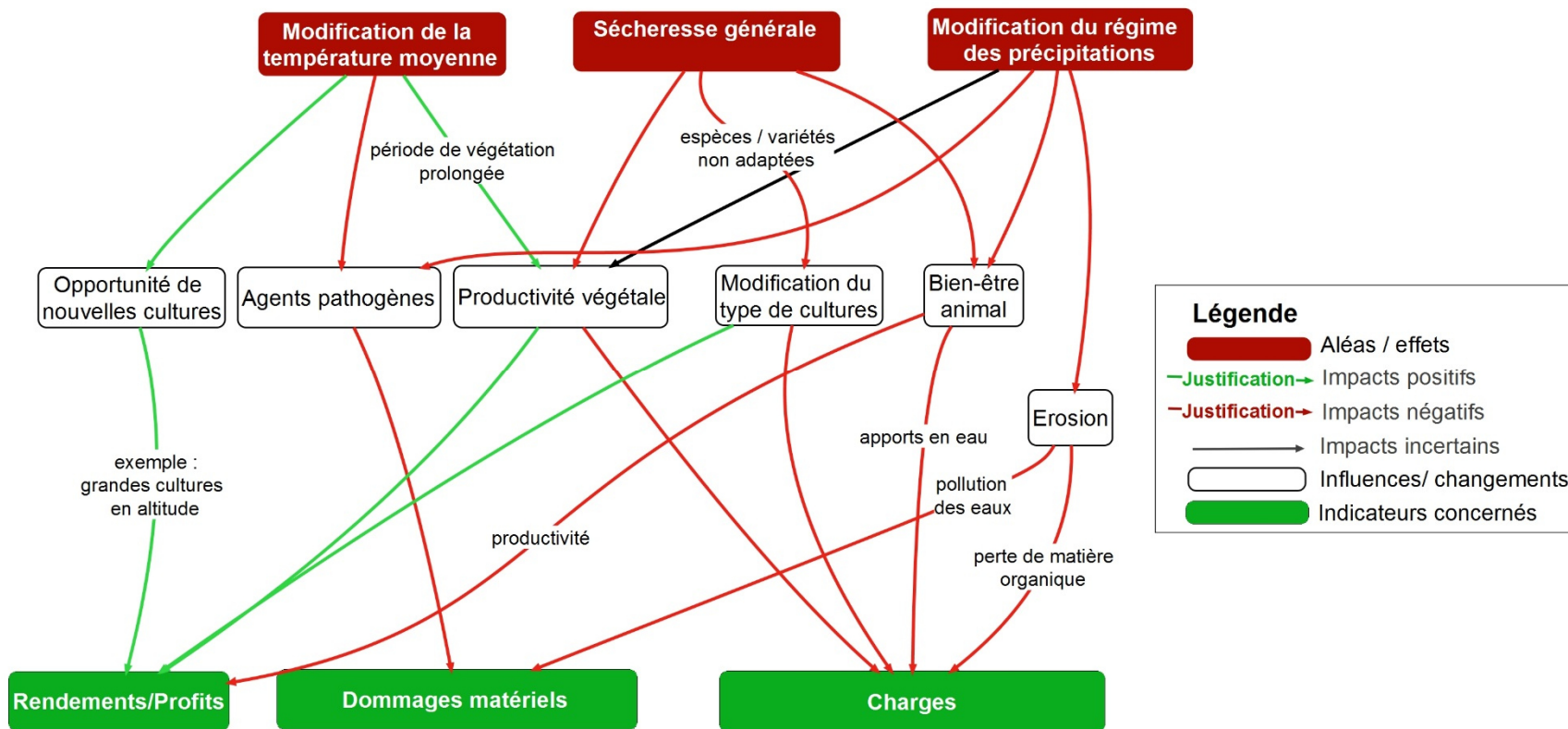


Figure 6-1 Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude

6.2.1 Impacts de la sécheresse générale et des vagues de chaleur

La sécheresse générale et les vagues de chaleur sont traités de manière conjointe puisque les deux effets ont souvent lieu simultanément. Leurs impacts sur l'agriculture sont par conséquent difficiles à attribuer uniquement à l'un ou l'autre aléa.

L'augmentation des périodes de sécheresse ainsi que des vagues de chaleur posera des problèmes majeurs en ce qui concerne la disponibilité en eau pour les plantes (humidité du sol). Selon Keller et Fuhrer (2004), les recettes des récoltes suisses ont diminué en moyenne de 20% pendant l'été caniculaire de 2003 (en comparaison avec les années 1991-1999), représentant une perte économique de 500 millions de francs dans l'ensemble du pays (estimation de l'Union suisse des paysans). Fuhrer (2012) relève que les régions « Doubs » et « Birse », soit l'étendue du canton du Jura, ont connu une situation particulièrement critique lors de l'été 2003, les ressources en eau permettant à peine de couvrir les besoins des cultures. L'été 2015 a eu des conséquences comparables sur l'agriculture suisse (Agroscope, 2015 et Quotidien Jurassien, 2015), malgré le début comparativement plus tardif de la sécheresse. Nous estimons par conséquent que les rendements baisseront si des mesures ne sont pas mises en place, particulièrement dans les plaines céréalières et les surfaces de production herbagère. La qualité des récoltes pourra également pâtir lors des épisodes de sécheresse.

Actuellement, l'irrigation est une pratique marginale, réservée à la production maraîchère dans le canton du Jura. Les experts soulignent l'absence de potentiel en termes d'irrigation, en raison de la nature karstique des terrains et de l'absence de réservoirs naturels suffisants. D'autres réponses devront donc a priori être apportées à cette problématique dans le Jura.

Certaines espèces ne supporteront pas les sécheresses à répétition, leur culture sera de plus en plus difficile. D'autres variétés (méditerranéennes par exemple), plus résistantes à ces conditions pourront être envisagées afin de limiter les pertes de productivité.

Le manque d'eau en période de sécheresse ainsi que les températures élevées pendant les vagues de chaleur peuvent également nuire au bien-être du bétail. Celui-ci peut en effet souffrir de stress thermique, menant à des cas de déshydratation, voire dans des cas extrêmes à la mort des animaux fragiles¹². De plus, le stress thermique réduit notamment la production des vaches laitières, la productivité des poules pondeuses et des porcs.

Le cas des pâturages boisés est un peu particulier et spécifique à la région jurassienne. La présence des arbres et leur ombrage maintiennent une température légèrement plus basse et conservent l'humidité, ce qui favorise la production. Ainsi une étude de Buttler et al. (2012) montre qu'avec un réchauffement de 2, respectivement 4°C, la production de biomasse baisse dans les pâturages non ou faiblement boisés, mais augmente pour les pâturages boisés (voir aussi la Figure 6-2).

¹² http://www.organicagcentre.ca/DOCs/AnimalWelfare/AWTF/Heat_stress_ruminants_f.pdf

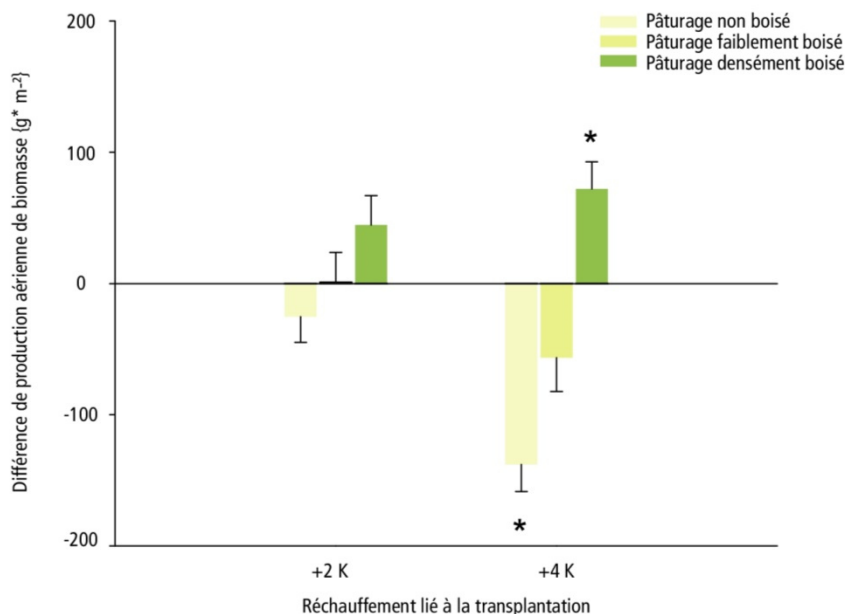


Figure 4 | Différence de la production moyenne (2010 et 2011) de biomasse herbacée ($g \cdot m^{-2}$) par rapport au site de contrôle à 1400 m dans les trois habitats utilisés dans l'expérience de transplantation. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont indiquées par des étoiles.

Figure 6-2 Différence de la production moyenne de biomasse herbacée dans différents types de pâturages et selon les conditions climatiques (source : Buttler et al., 2012)

Le document précise que ces résultats doivent cependant être tempérés par la mauvaise tolérance de l'épicéa à la sécheresse. Cette essence, la plus abondante dans les pâturages boisés jurassiens, sera fragilisée avec l'augmentation des périodes de sécheresse (WSL, 2011 ; voir aussi Chapitre Forêt). Le remplacement des épicéas par d'autres essences devra alors être assuré, par rajeunissement naturel ou par des interventions humaines, sous peine de perdre l'effet protecteur des boisements.

De manière générale, nous estimons que les périodes de sécheresse et de vagues de chaleur ont actuellement un effet plutôt négatif sur la production agricole, tant animale que végétale. Nous estimons que l'augmentation de l'occurrence des périodes de sécheresse et des vagues de chaleur aura un impact négatif sur la production agricole selon le scénario faible amplitude et très négatif selon le scénario forte amplitude.

6.2.2 Impacts de la modification de la température moyenne et du régime des précipitations

La température et les précipitations jouent un rôle prédominant sur les rendements agricoles. Les interrelations entre ces aléas et leurs impacts sur la production agricole sont complexes et ne peuvent que partiellement être modélisés sur les bases des connaissances actuelles. Certaines combinaisons de température et de précipitations (par exemple, température moyenne élevée et faibles précipitations annuelles) et leur répartition dans l'année (par exemple chaud / humide ou froid / sec entre mai et juin) ont des effets distincts sur les différentes cultures.

De manière générale, une diminution des précipitations peut avoir tendance à entraîner une diminution du rendement (principalement pour les cultures herbagères), tandis qu'une augmentation limitée (jusqu'à 2-3°C) de la température peut signifier une légère augmentation de celui-ci en moyenne pour tous les types de cultures. Au contraire, une augmentation importante des températures (au-delà de 2-3°C) pourrait avoir des conséquences néfastes pour les cultures, puisque l'évapotranspiration provoquée par ces températures élevées limiterait la quantité d'eau à disposition (OcCC et ProClim, 2007).

En outre, les propriétés chimiques de l'air (par exemple la teneur en CO₂, O₃, NO_x, NH_y) ont également un impact sur la productivité (Wenkel et al, 2011 ; Finger et al., 2010). Pour les surfaces herbagères, des études ont montré que le rendement est corrélé positivement au taux de CO₂ dans l'air. Sans apport supplémentaire de CO₂, les rendements seraient susceptibles de diminuer (Finger et al., 2010). On ne peut cependant pas généraliser les résultats de l'étude pour l'intégralité du canton du Jura.

Herbages

Une part importante des surfaces agricoles (presque 73 %) est composée de prairies et de pâturages. L'allongement de la période de végétation, découlant de l'augmentation des températures moyennes, mènera à une augmentation du rendement de ces surfaces. Parallèlement, la modification du régime des précipitations (principalement une diminution des précipitations estivales) limitera cette tendance.

L'augmentation probable des rendements des prairies impactera positivement l'élevage puisqu'il bénéficiera d'une quantité de fourrage accrue, ce qui pourrait augmenter le potentiel de production animale (OcCC et ProClim, 2007).

Cultures

De manière générale, les espèces plus résistantes (tolérant mieux les températures plus élevées ou les conditions de forte sécheresse) seront favorisées dans leur ensemble. En Suisse, des cultures de soja ou de sorgho (essais récents dans le canton du Jura), espèces bien adaptées aux nouvelles conditions climatiques, pourraient par exemple se développer au détriment d'espèces qui ne parviennent pas à s'adapter aux changements climatiques tel que l'avoine par exemple (OcCC et ProClim, 2007).

Les impacts des changements climatiques sur les cultures sont fortement dépendants de la situation géographique de ces dernières. Au vu de l'imprécision des données et de l'hétérogénéité des surfaces, aucune estimation chiffrée quant aux modifications de rendement des différents types de culture n'a été réalisée pour cette étude. Cependant, sans mesures d'adaptations et avec une probable diminution des précipitations en été, nous pouvons globalement attendre une baisse des recettes agricoles en plaine.

Organismes nuisibles

Le réchauffement de la température moyenne pourra mener à l'aggravation des dégâts aux cultures causés par les insectes ravageurs. L'allongement de la période de végétation leur sera bénéfique : un nombre plus élevé de génération pourront se développer annuellement. Certains organismes pathogènes fongiques, viraux et bactériens – concernant tant la production végétale qu'animale – pourraient également être avantagés par les températures plus clémentes (exemple : La fièvre catarrhale ovine, également appelée maladie de la langue bleue (J.-P. Lachat, communication personnelle). Notons cependant que cette évolution ne touche pas l'ensemble des organismes nuisibles puisque certaines maladies régresseront suite à la diminution des taux d'humidité en été par exemple (OcCC et ProClim, 2007).

Sols

Suite à des épisodes de précipitations intenses, des phénomènes d'érosion sont à prévoir. Avec la multiplication prévisible de ces événements intenses, la problématique prendra de l'importance.

L'érosion des sols a plusieurs effets :

- Destruction localisée des cultures.
- Pertes de matière organique et donc à terme de fertilité.
- Pollution des eaux par entrainement de produits phytosanitaires et de matières solides.

Lors de précipitations intenses ou prolongées, les sols sont détrempés et donc plus sensibles à la compaction. Qu'il s'agisse de terres ouvertes et du passage des machines agricoles ou de prairies face au piétinement par le bétail, le risque d'atteintes physiques au sol est alors accru.

À l'inverse, les épisodes de sécheresse estivale facilitent les travaux de récolte des céréales et des herbages, et aussi de déchaumage, décompactage et mise en place des cultures d'automne (colza et céréales).

De manière générale, les modifications du régime des précipitations et des températures moyennes ont un impact « plutôt négatif » sur le domaine « Agriculture », pour les deux scénarios climatiques pris en compte.

6.2.3 Impacts des autres aléas

Dangers naturels – crues, laves torrentielles, glissements de terrain, coulées de boue

L'augmentation des risques liés aux crues et laves torrentielles aura un impact direct sur les surfaces agricoles puisqu'ils impliquent une perte de revenu de par la destruction des cultures, voire éventuellement la disparition de terres agricoles. Par définition, les risques « crues » sont liés à des surfaces plus ou moins linéaires en bordure des cours d'eau existants, tandis que les phénomènes de laves torrentielles et de glissements de terrain concernent des surfaces plus localisées.

Les Franches-Montagnes présentant très peu de cours d'eau à l'exception du Doubs, l'aléa « crue » n'y est pas ou peu pertinent, contrairement au reste du territoire cantonal.

En plus des dommages aux cultures et aux terres agricoles, les dangers naturels peuvent également causer des dommages aux bâtiments, et aux infrastructures agricoles. Cette thématique est abordée dans le domaine d'impact infrastructures et bâtiments (voir Chapitre Infrastructures et Bâtiments).

Dans les deux scénarios climatiques, on peut supposer qu'une légère augmentation des dommages aux cultures causés par des événements plus fréquents peut être attendue.

Nous estimons ainsi que globalement et pour les deux scénarios climatiques, l'impact des dangers naturels amplifiés par les changements climatiques aura un effet négatif sur l'agriculture.

Orages et grêle

La grêle ainsi que les fortes précipitations mesurées pendant les épisodes orageux (et contribuant au phénomène d'érosion) peuvent causer des dégâts importants aux cultures. Pour donner un aperçu des conditions actuelles, l'évolution temporelle du nombre de communes ayant subi des dommages liés à la grêle et à l'agriculture en Suisse est illustrée dans la figure ci-dessous¹³. Les cinq « jours extrêmes » enregistrés sont répartis assez régulièrement le long de la période 1920-1999. La distribution des « fortes » chutes de grêle, touchant entre 100 et 200 communes, devient un peu plus dense après 1980.

¹³ http://www.occc.ch/reports/Extremereignisse03/PDF_F/2-06-Grele.pdf

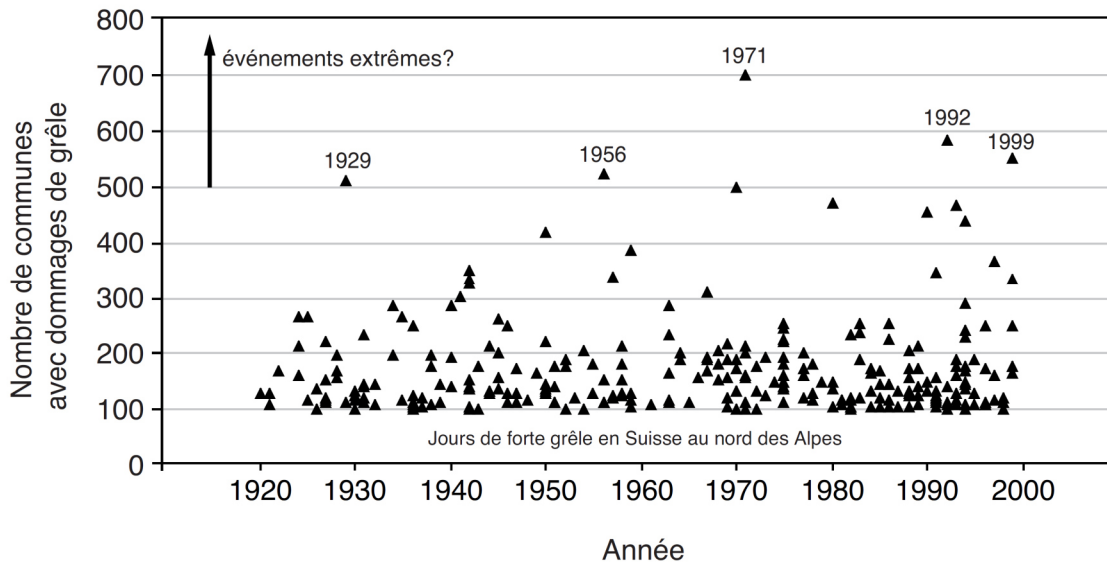


Figure 6-3 Jours où la grêle a provoqué des dommages à l'agriculture dans 100 ou davantage de communes suisses du nord des Alpes de 1920 à 1999

Dans le canton de Jura, des événements ponctuels ont notamment été enregistrés en juillet 2012 (7 Mio CHF de dommages en Suisse)¹⁴, en juillet 2014 (3 Mio CHF de dommages en Suisse)¹⁵ et en juin 2015 (jusqu'à 4 Mio CHF en Suisse)¹⁶. Les coûts liés à des événements récents pourraient en partie être obtenus par l'analyse des données de l'assurance Suisse-Grêle. Cependant, la part fluctuante d'exploitants non assurés et le système de franchises introduiraient un biais.

Dans un contexte de changements climatiques, il n'est ici pas possible de définir clairement l'évolution des dégâts causés par la grêle. Les modèles ne permettent effectivement pas de définir l'évolution de ces événements. Qualitativement, l'impact des changements climatiques sur les épisodes d'orages et de grêle dans le domaine de l'agriculture est jugé comme étant neutre pour les deux scénarios climatiques. Nous pouvons en outre ajouter que d'après l'étude menée pour le canton d'Argovie (extrapolation Plateau), la grêle n'avait pas été identifiée comme un aléa dont les risques pour les cultures augmentent avec les changements climatiques. En effet, comme l'évolution des phénomènes de grêle est encore incertaine, il a été considéré que les risques restent constants, leur ampleur future est donc similaire à celle actuelle.

L'incertitude liée à l'évaluation des impacts de la grêle dans le domaine de l'agriculture est jugée grande. Les données actuelles ne permettent pas de tracer une tendance claire en termes de fréquence et/ou d'intensité et les modèles ne permettent pas de définir l'évolution des orages et de la grêle dans un contexte de changements climatiques.

Gel

La diminution du nombre de jours de gel permettra la culture d'espèces plus sensibles au froid. Ainsi, les grandes cultures pourraient voir leurs surfaces augmenter dans les Franches-Montagnes, où elles sont aujourd'hui rares. Elle permettra également l'augmentation du rendement de certaines espèces au vu de l'allongement de la période de végétation (voir paragraphe *Réduction du manteau neigeux* plus bas).

Certaines espèces ont par contre besoin d'une période de froid pour le bon fonctionnement de leur cycle de végétation (par exemple pour la vernalisation des céréales d'hiver, qui ne peuvent passer au

¹⁴ <http://hagel.ch/fr/medien/communications/communications/news/2012/07/02/orage-de-grele-debut-juillet/>

¹⁵ <http://www.rts.ch/info/suisse/5987645-trois-millions-de-degats-apres-le-passage-de-la-grele-dimanche.html>

¹⁶ <http://hagel.ch/fr/medien/communications/communications/news/2015/06/08/5-6-et-7-juin-2015-des-chutes-de-grele-et-de-fortes-precipitations-ont-provoque-des-dommages-au/>

stade génératif qu'après une période de froid). Le manque de froid peut donc avoir des conséquences négatives. De plus, les hivers peu rigoureux peuvent être favorables au développement de certains ravageurs des cultures (rongeurs principalement). En outre, les hivers doux provoquent le déclenchement plus précoce de la saison de printemps, exposant ainsi les espèces à des risques plus importants de vagues de froid ou gels tardifs.

La diminution du nombre de jours de gel représente donc à la fois un risque (diminution de la productivité des espèces ayant besoin d'une période de froid pour déclencher leur phase de reproduction, prolifération d'espèces néfastes aux cultures) et une opportunité (culture de nouvelles espèces, plus sensibles au froid) pour l'agriculture jurassienne. Il est difficile de prédire si les impacts négatifs sont plus importants que les positifs au vu de l'incertitude de l'évolution de ces différents phénomènes. L'impact de la diminution du nombre de jours de gel est dès lors estimé comme neutre pour l'agriculture.

Réduction du manteau neigeux

La réduction du manteau neigeux provoque l'allongement de la période de végétation et permet ainsi le développement de nouvelles cultures à des altitudes plus élevées. Ce phénomène représente donc une opportunité pour l'agriculture jurassienne, et principalement franc-montagnarde. Cet impact est cependant difficilement quantifiable.

La couverture neigeuse joue également un rôle de protection des cultures. La couche de neige sert d'isolant thermique en cas de grands froids et protège donc les espèces sensibles contre le gel. La réduction du manteau neigeux peut donc avoir un effet négatif sur les cultures, celles-ci étant plus exposées aux épisodes de froid. Cet élément doit cependant être considéré avec prudence, étant donnée l'augmentation de la température moyenne qui limite également l'occurrence de ces épisodes.

Globalement, la réduction du manteau neigeux pourrait avoir un effet plutôt positif sur le domaine d'impact Agriculture.

6.3 Évaluation des impacts

6.3.1 Risques actuels

Dans le domaine de l'agriculture, les risques les plus importants actuellement dans le canton du Jura sont ceux induits par les périodes de sécheresse générale et les vagues de chaleur (voir ci-dessus, notamment les épisodes de canicule des étés 2003 et 2015). Les impacts des orages et de la grêle sont également à prendre en compte. Les risques actuels ainsi identifiés constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs. Les incertitudes liées à ces observations sont très faibles (A) étant donné que les risques sont bien identifiés.

Les autres aléas et effets ont des impacts ponctuels, voire anecdotiques sur l'agriculture jurassienne à l'heure actuelle. Le Tableau 6-4 résume les risques engendrés, à l'état actuel, pour les différents aléas/effets.

Tableau 6-4 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| Indicateur | État actuel | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--|--|-----|------------------------------|
| | Crues | Orage, Grêle | Modification du régime des précipitations et de la température moyenne | Sécheresse générale et vagues de chaleur | Gel | Réduction du manteau neigeux |
| Produits | | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| Charges | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dommages matériels | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| Canton JU | 0 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 |

6.3.2 Scénario faible

Le Tableau 6-5 résume les risques engendrés par les différents aléas/effets selon le scénario faible.

Tableau 6-5 Evaluation de impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) - scénario faible

| Indicateur | Scénario faible | | | | | |
|--------------------|-----------------|--------------|--|--|-----|------------------------------|
| | Crues | Orage, Grêle | Modification du régime des précipitations et de la température moyenne | Sécheresse générale et vagues de chaleur | Gel | Réduction du manteau neigeux |
| Produits | | n/a | 0 | -2 | 0 | +1 |
| Charges | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dommages matériels | -1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| Canton JU | -1 | n/a | 0 | -2 | 0 | +1 |

Il en ressort que les aléas les plus négatifs pour l'agriculture jurassienne sont liés aux précipitations : modifications du régime des précipitations et sécheresse générale. Les conséquences liées aux crues sont également à relever. Au contraire, la modification de la température moyenne a quant à elle un effet positif sur les rendements. De même, la réduction du manteau neigeux permet la progression des grandes cultures vers des altitudes plus importantes. Au vu des incertitudes qui pèsent sur l'analyse de l'évolution des orages et de la grêle en lien avec les changements climatiques, les impacts générés par ces aléas et les dommages qui en résultent demeurent inconnus à ce stade (n/a).

Cependant, sans modèle intégrant les relations complexes entre la distribution et l'ampleur des paramètres climatiques au cours de l'année et les besoins de l'agriculture en termes de température et d'eau, aucune conclusion plus avancée ne peut être tirée à ce stade des connaissances. Ces évaluations présentent uniquement une tendance, qui doit être interprétée avec la réserve nécessaire.

6.3.3 Scénario fort

Le Tableau 6-6 résume les risques engendrés par les différents aléas/effets selon le scénario fort. De manière générale, les risques sont les mêmes que ceux décrits pour le scénario faible amplitude, mais leur ampleur est plus importante.

Tableau 6-6 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) - scénario fort

| Indicateur | Scénario fort | | | | | | |
|--------------------|---------------|-------|--------------|--|--|-----|------------------------------|
| | Aléa / Effet | Crues | Orage, Grêle | Modification du régime des précipitations et de la température moyenne | Sécheresse générale et vagues de chaleur | Gel | Réduction du manteau neigeux |
| Produits | | | n/a | 0 | -3 | 0 | +1 |
| Charges | | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| Dommages matériels | | -1 | 0 | -1 | -2 | 0 | 0 |
| Canton JU | | -1 | n/a | -1 | -3 | 0 | +1 |

6.3.4 Incertitudes

Les incertitudes liées aux changements climatiques ont été classées dans la catégorie C. Ce qui signifie que le classement de l'impact est plausible mais pourrait également être classé dans la catégorie d'impact supérieure ou inférieure (Tableau 3-3).

6.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La Figure 6-4 représente les liens avec les différents champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques.

Les impacts mis en avant dans cette analyse du risque concordent avec les champs d'action de la stratégie d'adaptation (adéquation du site, organismes nuisibles, sécheresse, stress thermique, fortes précipitations). La stratégie mentionne également un champ d'action d'ordre socio-économique : la volatilité des prix. Les mesures mettent tout particulièrement l'accent sur la culture d'espèces adaptées aux nouvelles conditions climatiques et au site de production ainsi que sur la prévention et gestion des risques et sur la recherche dans le domaine agricole. Utilisation mesurée des ressources, adéquation des cultures aux nouvelles conditions et gestion des risques semblent donc être les mesures majeures pour l'adaptation du domaine agricole aux modifications du climat.

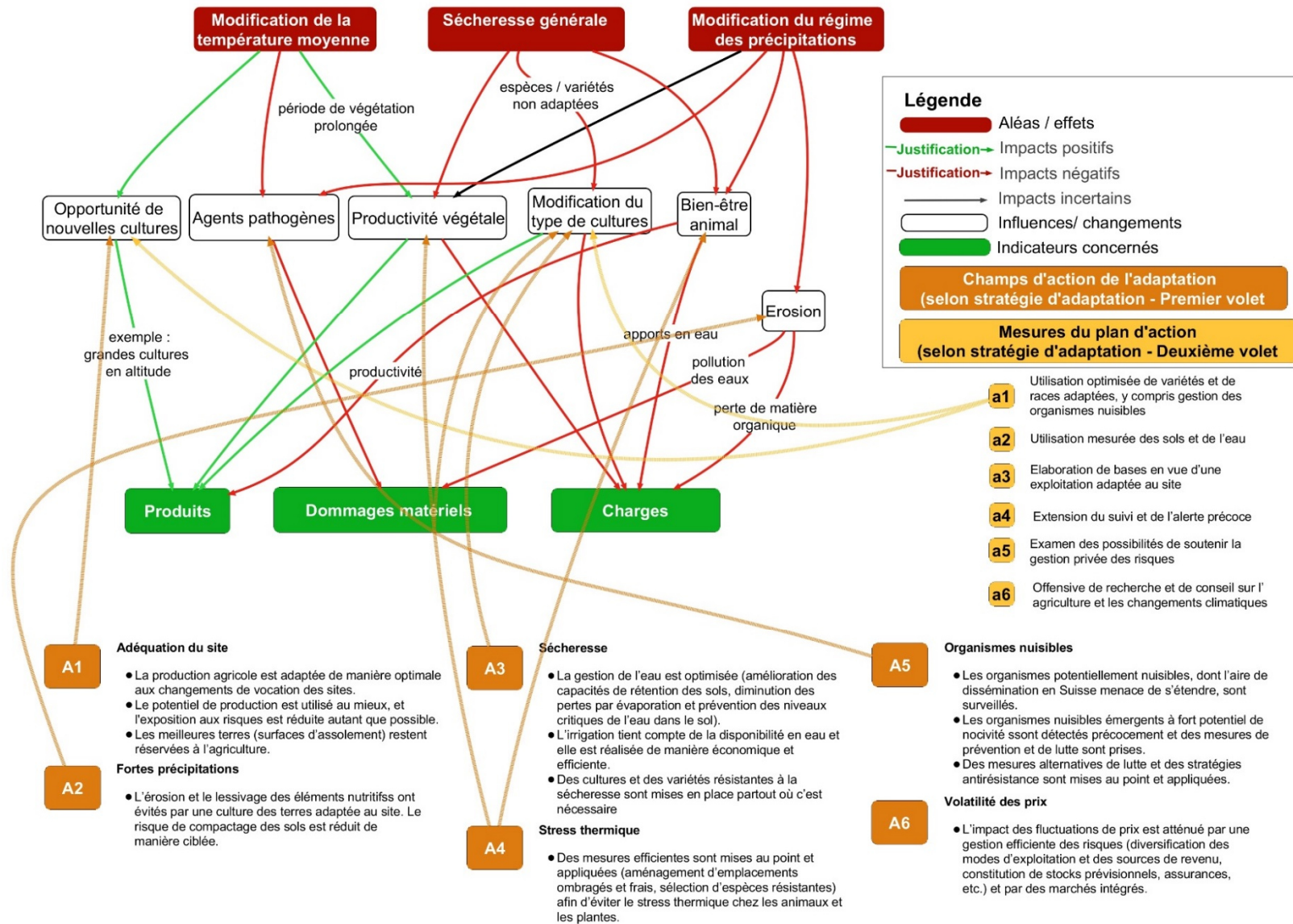


Figure 6-4 Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral.

6.5 Impacts du scénario socio-économique

L'analyse de l'évolution du système agricole suisse doit également prendre en compte des aspects politiques et économiques. En effet, l'agriculture suisse s'insère dans un système agricole à plus grande échelle puisque la Suisse importe et exporte de grandes quantités de produits agricoles. Les conséquences des changements climatiques à l'échelle internationale auront par conséquent également une influence indirecte sur la production en Suisse. L'évolution du marché international pourrait donc avoir des impacts de grande importance sur la production agricole suisse. Un nouvel accord de libre-échange entre la Suisse et l'Union européenne dans le secteur agroalimentaire ou l'adhésion de l'Europe au traité transatlantique (TTIP) sont par exemple en négociation (OFAG 2014). Leur mise en œuvre pourrait avoir des répercussions d'importance majeure sur l'agriculture suisse.

Enfin la politique agricole fédérale, adaptée tous les 4 ans, oriente fortement les pratiques. Les paiements directs représentent en effet une part importante du chiffre d'affaire de l'agriculture et les agriculteurs optimisent leur exploitation en fonction des exigences liées.

À l'horizon 2020-2050, il est par conséquent probable que les changements d'origine économique et politique soient plus importants que les changements climatiques pour le secteur agricole (OcCC et ProClim, 2007). Il est en définitive souhaitable que les réflexions économiques et politiques concernant l'agriculture prennent également en compte les aspects liés aux changements climatiques.

6.6 Références

- Agroscope (2015). Canicule et agriculture ne font pas bon ménage. Communiqué de presse du 23 juillet 2015.
- Buttler et al., (2012). Conservation des pâturages boisés du Jura: défis climatiques et agropolitiques. In : Recherche Agronomique Suisse 3 (7-8), pp. 346-353.
- Chambre jurassienne d'agriculture (2015). 2014 – Rapport annuel. CJA, Courtételle. 68p.
- Finger, R., Lazzarotto, P., Calanca, P. (2010). Bio-economic assessment of climate change impacts on managed grassland production, *Agricultural Systems*, 103(9), 666-674.
- FISTAT – Fondation inter jurassienne pour la statistique (2015). Mémento statistique inter jurassien 2014. P. 14.
- Fuhrer J. (2012). Besoins en eau d'irrigation et ressources disponibles dans les conditions actuelles et futures. Agroscope Reckenholz-Tänikon. 46pp.
- Keller, F. et Fuhrer, J. (2004). Die Landwirtschaft und der Hitzesommer 2003. *Agrarforschung* 11, pp. 403-410.
- Meyer S. (2015). Agriculture suisse – statistique de poche 2015. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel. 35p.
- OcCC et ProClim (2007). Les changements climatiques et la Suisse en 2050, impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie.
- OFAG (2014). Agriculture, sécurité des aliments, sécurité des produits et santé publique. Fiche d'information sur l'accord de libre-échange entre la Suisse et l'Union européenne. Disponible sur www.blw.admin.ch (Thèmes>Politique agricole>Libre-échange entre la Suisse et l'UE).
- Quotidien jurassien (2015). La sécheresse fragilise le monde paysan. Article du 18 août 2015.
- Wenkel, K.O., Mirschel, W., Berg, M., Nendel, C., Wieland, R. & Köstner, B. (2011). Klimawandel. Fluch oder Segen für die Landwirtschaft. Was die LandCaRe-Simulationen sagen. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) Forschungsreport, 2, 2011, 4-8.
- WSL (2011). Jura vaudois : pâturages boisés en mutation. Disponible sur www.wsl.ch (Prestations et produits>Produits>Sites Web>Randonnées en forêt>Marchairuz).

7. Forêt et Sylviculture

7.1 Paramètres de base

Selon l'inventaire forestier cantonal (IFJU 2003-2005) et le Plan directeur cantonal des forêts (République et canton du Jura, 2013), la forêt jurassienne représente une surface d'environ 36'500 ha (environ 46% de la surface cantonale, voir Figure 7-1), dont un peu plus de 4'600 ha de pâturages boisés. La majorité des surfaces (40%) est composée de forêt feuillue et de forêt feuillue mélangée (22%). 21% sont composés de forêt résineuse mélangée et 14% de forêt de résineux. Le volume global de résineux est proche de 50% du volume sur pied (Eschmann & Kohler, 2006). Alors que la surface de la forêt jurassienne augmentait dans les années 1960 à 1990, celle-ci s'est plutôt stabilisée depuis cette période (P. Eschmann, communication personnelle).



Figure 7-1 Surfaces de la forêt jurassienne. En vert les forêts, en orange les pâturages boisés. Source : geo.jura.ch

Selon Eschmann & Kohler (2006), « les stations à très bonne productivité [...] couvrent près de 55% de l'aire forestière », tandis que « les stations à valeur naturelle élevée et très élevée [...] couvrent environ 18% de l'aire forestière (jurassienne) ». Les forêts suisses et jurassiennes sont par définition multifonctionnelles. Le plan directeur cantonal des forêts (République et canton du Jura, 2013) définit cependant des priorités, en attribuant des vocations spécifiques à la forêt sur certaines portions du territoire. Ainsi, une vocation de production est attribuée à 82% de la surface forestière du canton (« production de bois » : 71.8% ; « sylvo-pastorale » : 10.2%, concerne les pâturages boisés). Les autres

CSD INGENIEURS⁺

vocations définies sont ensuite « nature et paysage » (12% de l'aire forestière) et « protection physique (5.1%).

Les collectivités (canton, communes et bourgeoisies) détiennent 72% des surfaces forestières, les 28% restants étant en mains privées.

Les entreprises forestières du canton représentent environ 100 postes de travail, en comptant le personnel temporaire (agriculteurs effectuant des travaux de bûcheronnage en hiver) et les apprentis. S'y ajoutent 22 gardes-forestiers pour les 13 triages existants, ainsi que 7 collaborateurs au sein de l'Office cantonal de l'environnement (P. Eschmann, communication personnelle).

Le bilan de l'économie forestière du canton fait état d'un montant d'environ 9 Mio. Fr de recettes annuelles, dont environ 1 Mio. Fr sous forme de contributions pour des prestations publiques telles que les soins aux jeunes forêts ou aux forêts de protection, les mesures écologiques (étagement de lisière, plantation de chênes etc.) etc. (OFS, 2014).

7.2 Impacts liés aux changements climatiques

Les effets et aléas liés aux changements climatiques et leurs incidences sur la forêt et la sylviculture font l'objet d'une analyse principalement qualitative. Le

Tableau 7-1 répertorie les différents impacts des changements climatiques sur le domaine « Forêt et Sylviculture ».

Tableau 7-1 Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine « forêt et sylviculture » dans le canton du Jura

| Aléa / effet | Évaluation qualitative |
|--|--|
| Chutes de neige intenses | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts liés au poids de la neige sur les jeunes arbres en début de saison. |
| Laves/glissemements de terrain/coulées de boue | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux forêts et aux dessertes forestières. Rémission possible car exploitation à long terme. |
| Modification du régime des précipitations | <ul style="list-style-type: none"> Modification de la croissance (surtout en cas de stress hydrique chronique). |
| Sécheresse générale | <ul style="list-style-type: none"> Modification de la croissance (volumes exploitables, rapports feuillus/résineux). Bois et Surfaces endommagés, Perte de fonctions de la forêt, Exploitations forcées. Réduction de stabilité des peuplements. Incendies de forêts : risques accrus. |
| Incendies | <ul style="list-style-type: none"> Perte de fonctions de la forêt (surfaces forestières endommagées / dénudées) ; Érosion, Effet de puits de CO₂ diminué. |
| Chutes de pierres/éboulements/effondrements | <ul style="list-style-type: none"> Modification de la fréquence des dommages aux forêts et aux infrastructures forestières. |
| Vagues de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> Mort de jeunes plants par surchauffe du sol, mort de feuilles et de jeunes pousses, voire d'arbres entiers. |
| Modifications de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> Modification de la productivité ¹⁷ Modification de la croissance et de l'effet de puit de CO₂ (période de végétation prolongée). Pullulation d'insectes ravageurs (causant des surfaces endommagées, des exploitations forcées, etc.) Composition des peuplements changés à long termes (ex. raréfaction des résineux). |
| Tempête/ouragan | <ul style="list-style-type: none"> Surfaces forestières endommagées (pertes économiques par bois endommagé : chablis et infestations (bostryche), voir données Lothar pour des données quantitatives). Investissements visant à limiter les impacts de ces aléas – « sylviculture adaptée » (mélange des peuplements, des classes d'âge, etc.) |

¹⁷ Données statistiques de l'exploitation forestière sur 100 ans disponibles, mais interprétation à nuancer : volumes exploités dépendent également du marché du bois, de la politique sylvicole etc.

Indicateurs

Dans le domaine d'impact « Forêt et sylviculture », les indicateurs permettant de quantifier les conséquences des changements climatiques sont les suivants :

- Augmentation ou diminution des rendements (« produits »), par exemple grâce à une augmentation du volume coupé
- Augmentation ou diminution des dépenses (« charges »), par exemple par la baisse de rentabilité liée à l'augmentation de la proportion des feuillus
- Augmentation ou diminution des « dommages matériels », par exemple par l'augmentation de la fréquence des incendies.

A défaut de données chiffrées précises et d'un recul suffisant, l'approche retenue dans la suite de ce chapitre est essentiellement qualitative. Cette approche a également été privilégiée dans les études de cas des autres régions (notamment Argovie – Plateau et Fribourg – Préalpes).

Remarque : dans le Jura, les vocations les plus importantes de la forêt outre la production de bois sont « nature et paysage » et « protection physique ». Une quantification complète de la valeur de ces fonctions dans le canton n'est pas réalisable dans le cadre de la présente étude. Quelques données représentatives ont donc été retenues afin de souligner l'importance de ces fonctions, et sont prises en compte dans l'évaluation globale des effets des changements climatiques.

7.2.1 Impacts des événements ponctuels extrêmes (tempêtes, incendies, etc.)

Dans ce chapitre sont traités les événements ponctuels tels que les tempêtes et les incendies. En accord avec les experts, les impacts de l'aléa « orages et grêle » ont été considérés comme faibles à nuls pour le domaine « forêt » et ne sont par conséquent pas traités ci-après.

Moindre valeur du bois, accroissement des exploitations forcées

Le prix du bois diminue généralement à la suite de tempêtes importantes en forêt, en raison de l'offre élevée de bois sur le marché. Ces tempêtes sont souvent suivies de pullulations d'insectes (exemple : bostryche), ce qui augmente encore les volumes de bois endommagés. La lutte contre les pullulations d'insectes entraîne par ailleurs des frais considérables.

Suite à la tempête Lothar en 1999 et à la pullulation de bostryche qui a suivi, environ 280'000 m³ de bois ont été exploités dans la forêt jurassienne durant la saison 1999-2000, contre environ 200'000 les années précédentes. Une part très importante des volumes provient d'exploitations forcées. Jusqu'en 2004-2005, les volumes exploités ont ensuite été inférieurs à la moyenne, afin de compenser les volumes excédentaires produits par les suites de la tempête, et de tenir compte de la chute des prix du bois. Le coût des mesures entreprises entre 2000 et 2004 suite aux dégâts « Lothar » s'est élevé à plus de 16 millions de francs pour le canton (P. Eschmann, communication personnelle septembre 2015).

La figure ci-dessous schématise les interactions entre les différents aléas / effets et leurs impacts sur les activités sylvicoles et la forêt.

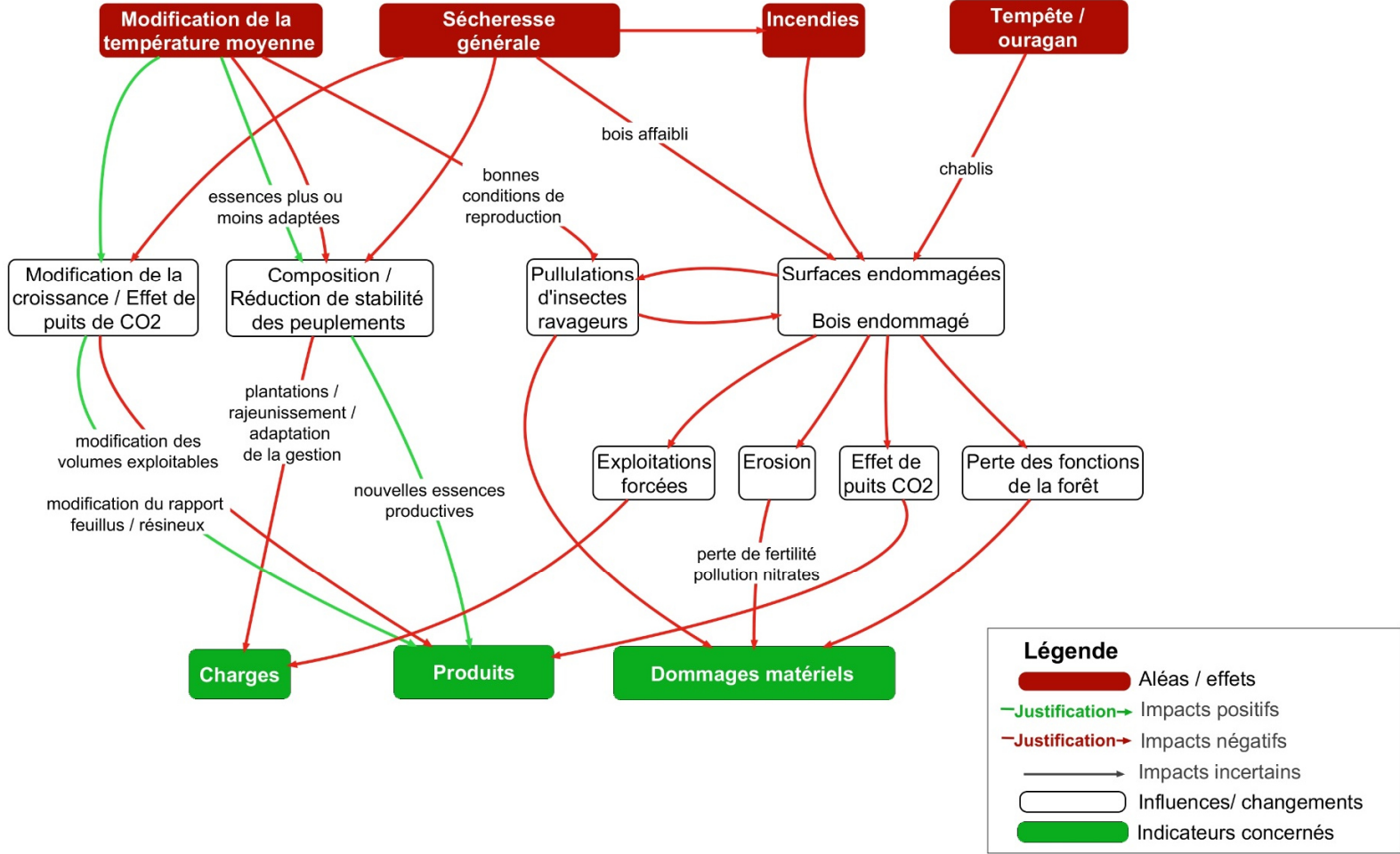


Figure 7-2 Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude

Pertes de fonctions sur les surfaces endommagées

- *Protection contre les dangers naturels*

Environ 1'800 ha de forêts jurassiennes ont comme vocation principale la « protection physique » contre les dangers naturels (République et canton du Jura, 2013). Ces peuplements protègent les personnes et les infrastructures contre les chutes de pierres, les glissements de terrains, les laves torrentielles et de manière plus indirecte contre les crues. Les surfaces endommagées ne remplissent plus, ou moins bien, leur rôle de protection. Ce sujet sera cependant traité plus en détail dans le Chapitre Infrastructures et Bâtiments.

- *Protection contre l'érosion*

Le sol des surfaces endommagées par les tempêtes et les incendies de forêt est moins protégé de l'érosion éolienne et hydrique. L'importance de cet effet dépend de la taille des surfaces touchées, de la situation topographique (pente) et de la quantité de végétation conservée au sol (chablis, branchages). L'érosion de la terre végétale, riche en humus et en éléments nutritifs, peut causer une diminution à long terme de la fertilité du sol et donc de la rentabilité du peuplement. Dans la plupart des cas, la biodiversité peut par contre s'en trouver augmentée. Dans le cadre de la présente étude, une évaluation de l'ampleur et des conséquences de l'érosion liées à l'augmentation des événements perturbateurs n'est pas réalisable.

- *Fonction d'accueil*

La fonction d'accueil de la forêt suisse peut être considérablement réduite par les événements perturbateurs. Le projet de Monitoring socioculturel des forêts (WaMos 2) a récemment permis d'obtenir une définition monétaire de la valeur de la fonction d'accueil de la forêt (Von Grünigen et al. 2014). Sur la base du nombre d'habitants, la valeur totale des prestations récréatives de la forêt suisse est estimée entre 1.9 et 3.9 milliards de francs par année (moyenne : 2.75 mia. CHF/an). La surface forestière suisse étant de 12'800 km², la valeur moyenne peut être admise à environ CHF 2'000/ha.

En Suisse, la fonction d'accueil de la forêt est répartie de manière très irrégulière. L'intensité réelle de cette utilisation, calculée sur la base de l'IFN3, est représentée par Hanewinkel (2011) et présentée à la Figure 7-3 ci-dessous.

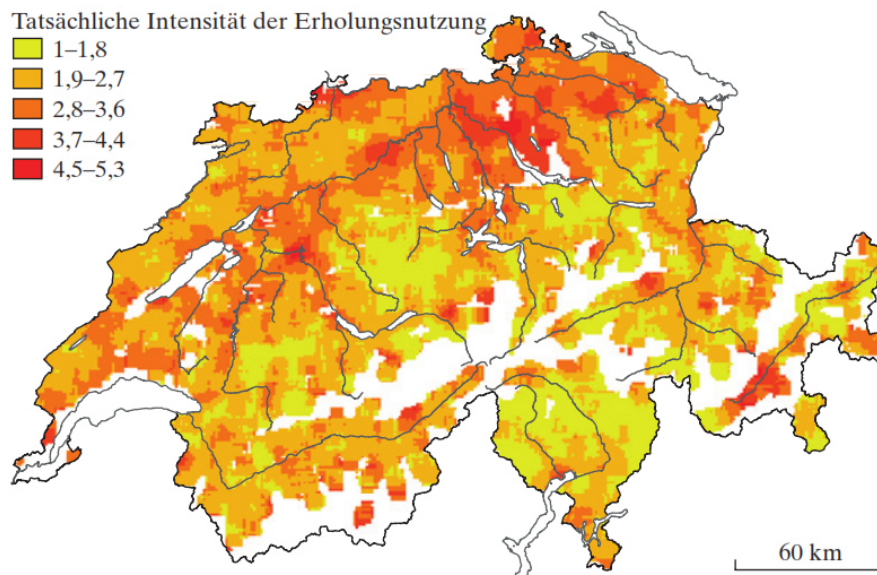


Figure 7-3 Intensité réelle de l'usage récréatif de la forêt, basé sur les données de l'IFN3 (source : Hanewinkel 2011) ; plus la teinte est foncée, plus l'usage récréatif est intense

La carte montre que l'intensité de cette utilisation dans le canton du Jura se situe dans la moyenne nationale ou légèrement en-dessous. Lors du calcul des pertes en termes d'usage récréatif sur les surfaces forestières endommagées, une valeur légèrement inférieure à CHF 2'000/ha devrait donc être considérée. Il convient toutefois de mentionner que, comparativement aux autres points mentionnés dans le présent chapitre, il s'agit de valeurs et de pertes théoriques. Dans les faits, aucun montant n'est versé et/ou perdu.

- *Stockage de CO₂*

Dans les surfaces endommagées, une partie voire la totalité de la biomasse ligneuse meurt et est souvent exportée. Cette perte de biomasse entraîne une diminution brutale et significative du stockage de CO₂. La décomposition du carbone stocké dans le sol augmente en général après un événement perturbateur et les émissions sont par conséquent accrues.

L'effet de puits de carbone assuré par la forêt est aujourd'hui pris en compte dans l'inventaire national des gaz à effet de serre. Une réduction significative de l'effet de puits de carbone serait donc négative en regard des objectifs suisses de réduction des émissions.

La possibilité de comptabiliser et d'indemniser, au niveau de l'exploitation forestière, les prestations de stockage de carbone par la forêt est discutée depuis plusieurs années. La création d'un fonds « forêt et climat » a été envisagée fin 2012 par l'OFEV, mais fut finalement abandonnée. Si une indemnisation de ces prestations était mise en œuvre, celle-ci serait de l'ordre de grandeur des certificats CO₂. Selon la valeur de ces certificats au moment des événements, des pertes de revenu pourraient alors en découler.

Appréciation générale

Les incertitudes concernant la taille et la localisation des futures surfaces forestières endommagées sont trop importantes pour permettre une évaluation quantitative de ces surfaces. Les quelques valeurs mentionnées ci-dessus donnent cependant un ordre de grandeur des risques liés au climat.

L'impact global des aléas « tempêtes / ouragans » et « incendies » est considéré comme « plutôt négatif » pour les deux scénarios pris en compte.

7.2.2 Impact de la sécheresse générale, des modifications de la température moyenne et du régime des précipitations

Composition des peuplements

La sécheresse prolongée et la modification des températures moyennes et des précipitations influent sur les conditions stationnelles des arbres. Dans des forêts non exploitées, cette situation mènerait naturellement à long terme à une modification de la composition des peuplements. Dans le cadre de l'exploitation sylvicole, des essences plus adaptées peuvent être favorisées afin d'assurer une transition plus rapide et réduire les baisses de productivité.

Aujourd'hui, selon l'inventaire forestier cantonal (Eschmann & Kohler, 2006), le volume sur pied des feuillus est d'environ 53 % contre 47 % de résineux. Ces derniers, moins adaptés aux conditions prévues par les scénarios climatiques, verront probablement leur proportion diminuer voire disparaître avec le scénario fort. La rentabilité étant meilleure pour les résineux, les bénéfices d'exploitation devraient par conséquent diminuer (P. Eschmann, communication personnelle septembre 2015).

Croissance des arbres

Aucune étude scientifique ne permet actuellement de prévoir précisément la modification de la croissance. Par conséquent, des réflexions sont présentées ci-après, sur la base desquelles une estimation de la modification de la croissance est effectuée. Il ne s'agit cependant pas d'une prédiction précise mais d'une possible évolution qui paraît plausible à l'équipe de projet et aux experts.

Scénario climatique 2060-faible amplitude

Avec l'augmentation attendue de la température d'environ +1.1°C, une prolongation moyenne de la période de végétation d'environ 25 jours est attendue (MétéoSuisse, 2013). La période de végétation dure aujourd'hui en moyenne 263 jours au-dessous de 500 m, 248 jours entre 500 et 800 m et 217 jours entre 800 et 1200 m. La période de végétation augmente donc d'environ 10 à 11 %. Selon ce scénario, les précipitations diminueront en été de 9 à 15 %, les autres saisons restant identiques à la situation actuelle. On considère que l'augmentation de l'évapotranspiration suite à l'augmentation de 1.1°C ne provoque pas de pénurie d'eau. L'accroissement de la température moyenne et la baisse des précipitations moyennes n'impactent par conséquent pas négativement la croissance.

Hypothèse : l'allongement de la période de végétation correspond à l'augmentation de la croissance (égale pour toutes les essences). Sur cette base, la croissance augmenterait d'environ 10 %. En raison de l'importance marginale du prix de la vente du bois, une fois les frais de coupe déduits, il n'a pas été jugé pertinent de quantifier les conséquences de cette modification de la croissance dans le cadre de la présente étude.

Scénario climatique 2060-forte amplitude

Avec l'augmentation attendue de la température d'environ +3.5°C, une prolongation maximale de la période de végétation d'environ 60 jours (+ 22, +28 % selon les altitudes) est attendue. Le scénario

prévoit des précipitations identiques à la situation actuelle en hiver et accrues au printemps (+10-20% environ). Au moins jusqu'au début de l'été, la disponibilité en eau est donc considérée en moyenne comme suffisante pour la croissance des arbres. Le scénario prévoit pour l'été et l'automne (jusqu'ici les saisons les plus riches en précipitation) une réduction significative des précipitations : 15-25%, respectivement 15-20% (Meteosuisse, 2013 et 2015, d'après Zubler et al. 2014a et 2014b). Les précipitations diminuent donc principalement durant les chauds mois d'été, alors que l'évapotranspiration et donc les besoins en eau sont les plus élevés. Les précipitations dans le Jura étant globalement importantes, l'hypothèse considère cependant que la réduction des précipitations ne pèjore pas de manière significative la croissance des arbres.

Hypothèse : l'augmentation de la croissance correspond à environ 75 % de la prolongation de la période de végétation. La croissance des arbres augmenterait ainsi d'environ 16 à 21%. Il n'a cependant pas été jugé pertinent de quantifier les conséquences de cette modification de la croissance dans le cadre de la présente étude. Cette évolution aura une influence mineure sur l'économie forestière et les recettes de la vente du bois en particulier, et n'est pas évaluée plus en détail ici.

Bois endommagé

Les conditions de reproduction de nombreuses espèces d'insectes sont améliorées par l'augmentation des températures. L'allongement de la période de végétation peut permettre un cycle de reproduction supplémentaire par année, par exemple pour les populations de bostryches. De plus, des forêts situées à des altitudes aujourd'hui trop élevées pour les insectes ravageurs peuvent devenir propices.

Les situations de stress hydrique peuvent par ailleurs causer des lésions aux arbres, qui offrent alors plus de zones de ponte pour les bostryches ou autres organismes nuisibles.

Les exploitations forcées représentaient entre 1'000 et 4000 m³ annuels pour le canton du Jura entre 2012 et 2014 (Office de l'environnement, 2015). Etant donné qu'une partie du bois mort est laissé en forêt, ces chiffres ne représentent pas la totalité des bois endommagés. Lors de tempêtes importantes, des volumes nettement plus élevés sont relevés.

L'augmentation des températures et la réduction des précipitations en été et en automne engendreront plus de dégâts par les insectes nuisibles et donc plus d'exploitations forcées. Cette augmentation pourrait rester modeste (catégorie d'impact -1) dans le cadre du scénario climatique « faible amplitude » ; une augmentation plus marquée des exploitations forcées est par contre prévisible dans le cadre du scénario « forte amplitude » (catégorie d'impact -2).

Appréciation générale

Dans l'ensemble, l'impact des changements climatiques du point de vue de la sécheresse générale, de la modification des températures moyennes et du régime des précipitations peut être considéré comme « plutôt négatif » pour le scénario faible amplitude et « négatif » pour le scénario forte amplitude.

7.2.3 Impacts des autres aléas

Dangers naturels (laves torrentielles, glissements de terrain, coulées de boue, chutes de pierres, éboulements, effondrements)

Les instabilités de terrain telles que les laves torrentielles, glissements de terrain et coulées de boue provoquent avant tout des dommages aux infrastructures. En forêt, il s'agit souvent de routes et de chemins forestiers et d'ouvrages de protection.

Ces dommages génèrent des coûts de réparation ainsi que l'indisponibilité des infrastructures concernées, engendrant des frais indirects supplémentaires. À titre d'exemple, dans le canton du Jura, le linéaire des routes d'accès représente environ 355 km, celui des chemins forestiers environ 1240 km et celui des pistes forestières 1378 km (EcoEng, 2014 et données de l'Office de l'environnement).

Les coûts de construction d'un mètre linéaire de chemin forestier se situent aux alentours de 250 CHF (P. Eschmann, communication personnelle). La destruction ou la détérioration de chemins forestiers engendre en outre des contraintes et des coûts supplémentaires pour l'exploitation forestière.

L'étude de geo7 « Sensibilité des dangers naturels au changement climatique » (OFEV, 2015) prévoit l'évolution suivante pour le canton du Jura en 2060 :

- Diminution des chutes de pierres
- Augmentation des coulées boueuses liées à des fortes pentes

Cette évolution est d'autant plus marquée pour le scénario forte amplitude.

Dans l'ensemble, l'impact des changements climatiques du point de vue des laves torrentielles, glissements de terrain et coulées de boue peut être considéré comme « neutre » pour le scénario « faible amplitude » et « plutôt négatif » pour le scénario « forte amplitude ».

Chutes de neige intenses

En début de saison, de fortes chutes de neige peuvent avoir un impact important sur les jeunes forêts. Le poids de la neige humide peut alors faire ployer les branches, voire des individus jeunes en entier. Cet impact reste cependant limité sur le développement général et les fonctions de la forêt.

L'occurrence des chutes de neige intenses en début de saison étant difficile à prédire, l'impact de cet aléa sur les forêts ne peut être évalué précisément.

7.3 Évaluation des impacts

7.3.1 Risques actuels

A l'heure actuelle, les risques principaux pour la forêt dans le canton du Jura sont ceux liés aux tempêtes. Plusieurs événements relativement récents ont ainsi eu un impact important.

Cette situation peut être renforcée si des vagues de chaleur suivent ces épisodes de tempête, car les ravageurs sont alors favorisés sur des peuplements déjà affaiblis. Les risques actuels ainsi identifiés constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs. L'incertitude sur les risques actuels est classée comme étant très petite (A) étant donné que les risques sont bien identifiés.

Les autres aléas et effets ont des impacts ponctuels, voire anecdotiques sur la sylviculture jurassienne à l'heure actuelle. Les très rares incendies de forêt et les phénomènes d'instabilité de terrain ont localement un impact, mais celui-ci peut être considéré comme nul à l'échelle du canton.

Le Tableau 7-2 résume les risques engendrés, à l'état actuel, pour les différents aléas/effets.

Tableau 7-2 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| Etat actuel | | | | | | | |
|--------------------|--|--|----------------------------|------------------|---|---|--------------------------|
| <i>Indicateur</i> | <i>Aléa / Effet</i> Laves, glissement de terrain, coulée de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Incendies | Chutes de pierres / éboulements / effondrements | Modification de la température moyenne | Tempête / ouragan |
| Produits | | | 0 | -1 | | 0 | 0 |
| Charges | 0 | | | | 0 | | -1 |
| Dommages matériels | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| Canton JU | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 |

7.3.2 Scénario faible

Le Tableau 7-3 résume les risques liés aux différents aléas/effets selon le scénario faible. Au vu des incertitudes qui pèsent sur l'analyse de l'évolution des tempêtes en lien avec les changements climatiques, les impacts générés par les tempêtes et les dommages qui en résultent demeurent inconnus à ce stade. Bien qu'une augmentation de la croissance soit prévisible et laisse espérer de meilleurs revenus, celle-ci sera probablement compensée par une part plus importante d'exploitations forcées.

Tableau 7-3 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques selon le scénario faible sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) – scénario faible

| Scénario faible | | | | | | | |
|------------------------|--|--|----------------------------|------------------|---|---|--------------------------|
| <i>Indicateur</i> | <i>Aléa / Effet</i> Laves, glissement de terrain, coulée de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Incendies | Chutes de pierres / éboulements / effondrements | Modification de la température moyenne | Tempête / ouragan |
| Produits | | | -1 | -1 | | +1 | 0 |
| Charges | 0 | | | | 0 | | n/a |
| Dommages matériels | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | n/a |
| Canton JU | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | n/a |

7.3.3 Scénario fort

Le Tableau 7-4 résume les risques liés aux différents aléas/effets selon le scénario fort. En plus des aléas et effets considérés pour le scénario faible amplitude, les dommages causés par les laves torrentielles, glissements de terrain et coulées de boue prennent également une portée significative.

Tableau 7-4 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques selon le scénario fort sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) – scénario fort

| Scénario fort | | | | | | | |
|--------------------|---|--|---------------------|-----------|--|---|-------------------|
| Indicateur | Aléa / Effet Laves, glissement de terrain, coulée de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Incendies | Chutes de pierres / éboulements / effondrements | Modification de la température moyenne | Tempête / ouragan |
| Produits | | | -1 | -1 | | +1 | 0 |
| Charges | -1 | | | | -1 | | n/a |
| Dommages matériels | -1 | -2 | -2 | -1 | -1 | -2 | n/a |
| Canton JU | -1 | -2 | -2 | -1 | -1 | -2 | n/a |

7.3.4 Évaluation des incertitudes

Les incertitudes liées aux changements climatiques ont été classées dans la catégorie C. Ce qui signifie que le classement de l'impact est plausible mais pourrait également être classé dans la catégorie supérieure ou inférieure (voir Tableau 3-3).

7.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

Différents objectifs et mesures visant à limiter les impacts des changements climatiques sur la forêt et la sylviculture sont définis dans la stratégie d'adaptation de la Confédération. Ceux-ci définissent les points pour lesquels une marge de manœuvre existe, notamment par la promotion de peuplements résilients et capables de s'adapter, la promotion du rajeunissement et de la stabilité des peuplements ainsi que par la prévention de la pullulation d'organismes nuisibles dans les forêts (voir

Figure 7-4). Si ces mesures sont mises en œuvre avec succès, d'autres conséquences – notamment les impacts négatifs sur la fonction de puits de carbone, sur l'érosion ou sur la fonction protectrice – pourraient voir leurs effets atténués.

Si ce n'est pas déjà le cas, lors de la réfection ou de l'amélioration des infrastructures de desserte forestière, l'augmentation des risques d'instabilité de terrain en raison des changements climatiques devra être prise en compte. Les interventions devront avant tout concerner la traversée de ruisseaux et d'autres petits écoulements, et l'aménagement des nombreux points de croisement (passages sous tuyau) – souvent sous-dimensionnés.

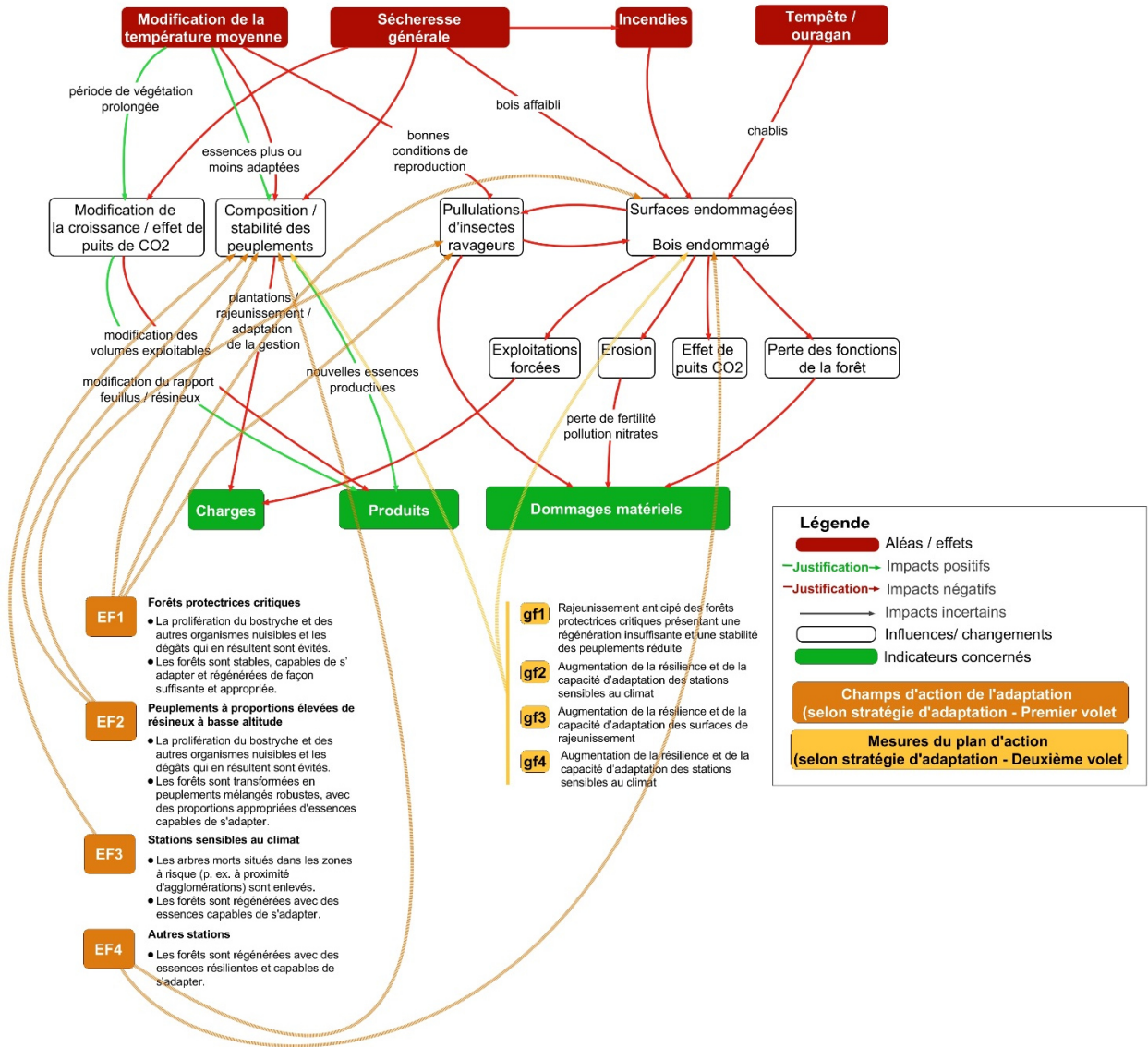


Figure 7-4 Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral

7.5 Impacts du scénario socio-économique

Pour l'économie forestière, les paramètres les plus importants sont l'évolution future des prix (vente du bois, mais également coûts de rajeunissement, de soins aux forêts, de coupe et de desserte). Un autre facteur important sera l'évolution de l'utilisation de la forêt par la population, l'évolution de ses attentes. Ces facteurs définissent en grande partie quelles prestations devront ou pourront être fournies par les propriétaires forestiers et dans quelles conditions économiques elles s'inscriront.

7.6 Références

- EcoEng (2014). Analyse et création des données de base relatives à la desserte forestière, Canton du Jura. EcoEng Sàrl, Porrentruy. 21p.
- Eschmann P., Kohler P. (2006). La forêt jurassienne en chiffres – Résultats et interprétation de l'inventaire forestier 2003-2005. Office des forêts de la République et Canton du Jura, Saint-Ursanne. 44p.
- Hanewinkel, M. (2011). Multifunktionalität des Waldes. Forum für Wissen 2011. Institut fédéral de Recherche WSL, Birmensdorf. Pp 7-14.
- MétéoSuisse, OFEV (2013). Scénario climatique Suisse – un aperçu régional. Pp. 12-15.
- MétéoSuisse (2015). Données climatiques pour l'étude de cas « canton du Jura ».
- Office de l'environnement (2015). Bulletin d'information sur la santé des forêts jurassiennes. République et Canton du Jura, Département de l'Environnement et de l'Équipement, Delémont. 4p.
- OEPN – Office des eaux et de la protection de la nature (2004). Lothar : 2000 à 2003. Mesures de protection des forêts. Bilan des mesures (fourni par P. Eschmann, ENV, 2015).
- Office fédéral de la statistique (2014). L'économie forestière en Suisse – Statistique de poche 2014. OFS, Neuchâtel.
- OFEV, Geo7 AG (2015) : Sensibilité des dangers naturels au changement climatique.
- République et Canton du Jura (2013). Plan directeur cantonal des forêts. République et Canton du Jura, Département de l'Environnement et de l'Équipement, Delémont.
- Von Grünigen S., Montanari D., Ott W. (2014). Wert der Erholung im Schweizer Wald. Schätzung auf Basis des Waldmonitorings soziokulturell (WaMos 2). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1416. 46 S.
- Zubler, E. M., A. M. Fischer, S. C. Scherrer, M. Croci-Maspoli, M. A. Liniger and C. Appenzeller. (2014a). Localized climate change scenarios of mean temperature and precipitation over Switzerland. Clim. Change, 10.1007/s10584-01-1144-x.
- Zubler, E. M., S. C. Scherrer, M. Croci-Maspoli, M. A. Liniger, and C. Appenzeller (2014b). Key climate indices in Switzerland; expected changes in a future climate. Clim. Change, 123 (2), 255-271.

8. Infrastructure et Bâtiments

8.1 Paramètres de base

L'analyse des impacts pour le domaine infrastructures et bâtiments aborde les effets potentiels des changements climatiques sur les éléments suivants :

- Bâtiments (enveloppe, construction entière)
- Infrastructures de transport (réseau ferroviaire, réseau routier)
- Infrastructures d'approvisionnement énergétique (lignes électriques, conduites de gaz, etc...)
- Infrastructures de communication (lignes et antennes téléphoniques, etc...)
- Autres biens matériels (biens mobiliers, véhicules)
- Ouvrages de protection (digues de protection contre les crues, filets pare-pierres, etc...)

Les conséquences des changements climatiques sur le climat des locaux et les besoins énergétiques associés sont traitées dans le domaine d'impact « Énergie ». Les conséquences sur les réseaux d'eau (alimentation en eau, assainissement) sont quant à elles traitées dans le domaine d'impact « Gestion des eaux ».

Selon l'étude « Les changements climatiques et la Suisse en 2050 » (OcCC/ProClim, 2007), les événements météorologiques extrêmes tels que les fortes précipitations, les tempêtes de neige et les orages accompagnés de fortes pluies et rafales, constituent la menace principale pour le domaine des infrastructures et des bâtiments en Suisse.

Dans son étude « Evolution du climat et de la vulnérabilité des bâtiments en Suisse jusqu'en 2050 », l'Union inter cantonale de réassurance spécifie que les dommages aux bâtiments engendrés par les phénomènes naturels sont principalement dus aux tempêtes, à la grêle et aux inondations ; les mouvements de terrain, la pression de la neige et les avalanches occasionnant des dommages annuels dix fois inférieurs en moyenne (UIR, 2008). Ces résultats se reflètent également dans les statistiques de l'ECA figurant dans le Tableau 8-1 ci-dessous.

Tableau 8-1 Répartition des coûts moyens annuels des dommages aux bâtiments dus aux éléments naturels pour la période de 1979 à 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014

| Type d'aléa | Montant moyen 1979-2014 (CHF) | Pourcentage par rapport à la totalité des dommages liés aux éléments naturels (%) |
|--|-------------------------------|---|
| Tempêtes (vent) | 1'084'269 | 47.8 |
| Grêle | 576'490 | 25.4 |
| Crues | 463'080 | 20.4 |
| Neige | 136'062 | 6.0 |
| Mouvements de terrain (chutes de pierres, glissements de terrains, etc...) | 6'413 | 0.3 |
| Total | 2'266'314 | 100 |

Concernant les infrastructures, les instabilités de terrain liées à des événements pluvieux extrêmes (glissements de terrains, laves torrentielles) constituent la menace principale, en particulier dans les régions escarpées du Jura. Les tempêtes représentent également un risque important, en raison notamment des chutes d'arbres qui peuvent endommager les lignes aériennes et les voies de transport (OcCC/ProClim, 2007). Toutefois, aucune donnée n'est actuellement disponible concernant les dommages causés aux infrastructures.

La vulnérabilité des constructions ne varie pas uniquement en fonction des conditions climatiques, mais aussi en fonction de paramètres liés à la situation socio-économique tels que l'étendue, la densité et le degré d'exposition aux dangers naturels des milieux bâtis, ainsi que des mesures visant à protéger les infrastructures et les bâtiments des dangers naturels.

À ce titre, les surfaces d'habitat et d'infrastructure pour la région jurassienne recouvrent, en 2009, 8.2% du territoire jurassien, valeur proche de la moyenne suisse située à 7.5% (OFS, 2013 : « L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie »). Aucune infrastructure particulière d'importance régionale n'est susceptible d'augmenter considérablement la vulnérabilité du canton du Jura, à l'exception de la conduite principale du réseau gaz située dans une zone à risques et exposée à des glissements de terrain ou des coulées de boue. La criticité d'un tel événement est très élevée mais sa probabilité relativement faible.

Par ailleurs, la topographie, qui joue un rôle prépondérant dans les processus de mouvements de terrain (chutes, glissements), s'avère moins problématique dans le Jura que dans les Alpes ou les Préalpes, mais néanmoins plus prononcée que sur le Plateau suisse. Au vu de ce qui précède, on considère que la vulnérabilité des milieux bâtis dans la région jurassienne est comparable à celle des milieux bâtis au niveau suisse.

8.2 Impacts liés aux changements climatiques

Dans le tableau ci-dessous, les aléas et effets liés aux changements climatiques ayant des répercussions non négligeables sur le domaine d'impact « Infrastructures et bâtiments » sont documentés de manière quantitative et/ou qualitative.

Tableau 8-2: Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine „Infrastructures et bâtiments dans le canton du Jura

| Aléa / effet | Évaluation quantitative | Évaluation qualitative |
|--|---|---|
| Chutes de neige intenses | Dégâts aux bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> Dépenses pour l'entretien hivernal des routes (dénivellement). Dégâts aux véhicules (accidents). Dommmages indirects (défaillances, arrêts de production, etc.) |
| Crues | Dégâts aux bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts matériels (biens mobiliers, véhicules, infrastructure ex. voies ferrées, routes, ouvrages de protection). Dommmages indirects (défaillances, arrêts de production, etc.). Opérations de secours (évacuation de personnes, police, pompiers, etc.) |
| Laves/glissements de terrain/coulées de boue | Dégâts aux bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux biens mobiliers et aux véhicules. Dégâts aux infrastructures. Dommmages indirects (défaillances, arrêts de production, etc.). Opérations de secours (évacuation de personnes, police, pompiers, etc.) |
| Orages, grêle | Dégâts aux bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts matériels (biens mobiliers, véhicules). |
| Gel, neige | Entretien hivernal des routes (dépenses pour le salage) | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux infrastructures routières (surtout en cas d'alternance gel-dégel). Dégâts aux infrastructures ferroviaires. |
| Réduction du manteau neigeux | | <ul style="list-style-type: none"> Dépenses pour l'entretien hivernal des routes (dénivellement). |
| Chutes de pierres/éboulements/effondrements | Dégâts aux bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts aux biens mobiliers et aux véhicules. Dégâts aux infrastructures. Dommmages indirects (défaillances, arrêts de production, etc.). Opérations de secours (évacuation de personnes, police, pompiers, etc.) |
| Tempête/ouragan | Dégâts aux bâtiments | <ul style="list-style-type: none"> Dégâts matériels (biens mobiliers, véhicules, infrastructures ex. lignes électriques aériennes) Dommmages indirects (défaillances, arrêts de production, etc.). Opérations de secours (évacuation de personnes, police, pompiers, etc.) |

À noter que les incendies ne sont pas considérés comme un impact pertinent des changements climatiques pour le domaine des infrastructures et des bâtiments. La sécheresse générale et les vagues

de chaleur sont certes susceptibles d'augmenter les risques d'incendies, mais cela plus particulièrement dans les zones naturelles. Les incendies provoquant des dégâts aux infrastructures et aux bâtiments sont majoritairement dus à des défauts techniques ou des comportements inadéquats, et non pas aux conditions climatiques.

Cette première évaluation des impacts pertinents pour le domaine des infrastructures et des bâtiments permet de proposer une série d'indicateurs utiles à l'examen des risques et des opportunités liés aux changements climatiques :

- Montant des dommages liés aux dangers naturels.
- Dépenses (entretien, renforcement d'ouvrages de protection existants voire nouveaux ouvrages, opérations de secours).
- Rendements liés aux dommages indirects (arrêts de production, voies de transport coupées, etc.).

La figure ci-dessous schématise les interactions entre les aléas et effets, leurs impacts et les indicateurs correspondants.

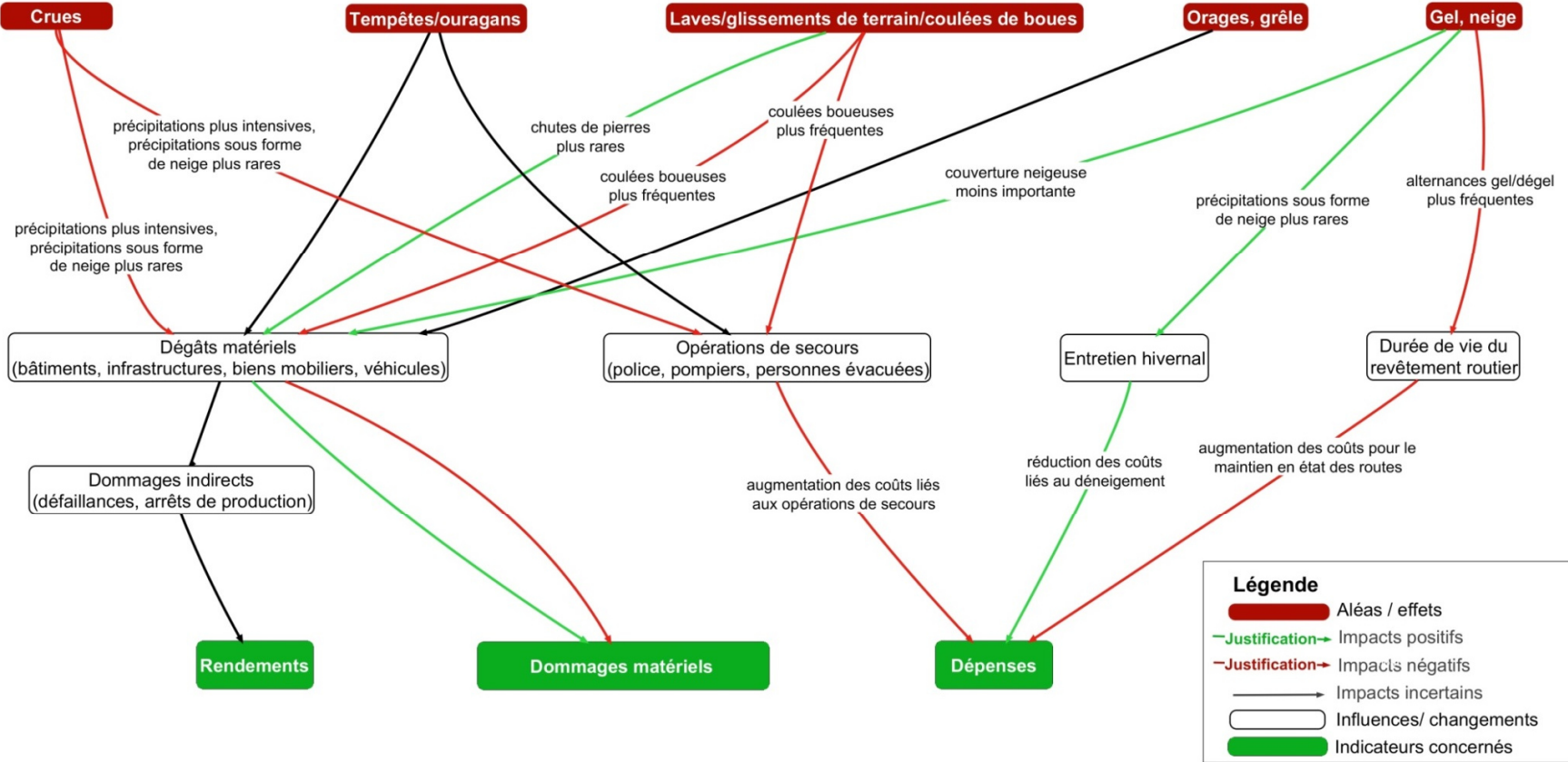


Figure 8-1 Chaîne d'impact des aléas et effets, de leurs impacts et de leur influence sur les indicateurs

8.2.1 Impacts des tempêtes

Etat actuel

Les tempêtes représentent la cause majeure des dommages aux bâtiments dus aux événements naturels. Entre 1979 et 2014, on compte, en moyenne et par année, 552 sinistres dus aux tempêtes sur un total de 926. En 2014, avec un coût s'élevant à CHF 330'000 environ, la tempête « Ulla » et l'ouragan « Gonzalo » représentent plus de 80% des dommages liés aux tempêtes (ECA, 2014).

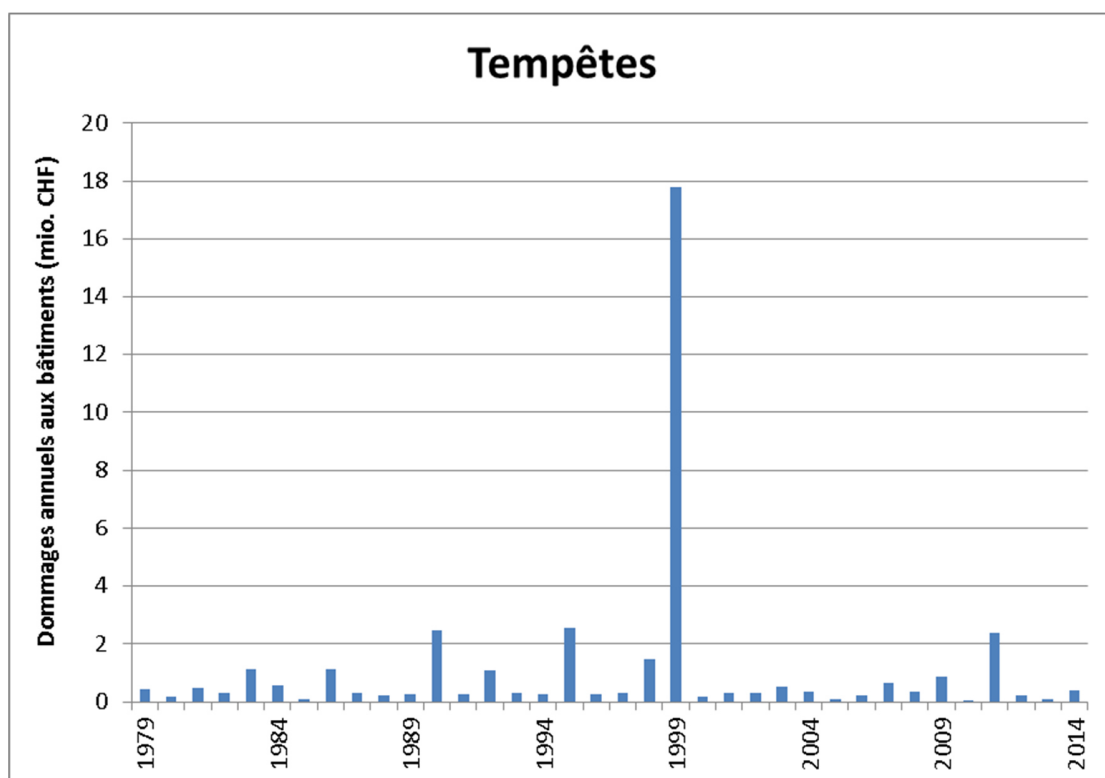


Figure 8-2 Dommages annuels aux bâtiments dus aux tempêtes entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014

On observe sur le graphique ci-dessus (

Figure 8-2) un pic en 1999 atteignant un montant des dommages de près de CHF 18 millions qui s'explique par les tempêtes « Lothar » et « Martin » survenues en décembre. Sur la période s'étendant de 1979 à 2014, aucune tendance claire ne se dégage des statistiques. La valeur annuelle moyenne des dommages s'élève à CHF 1 million environ dans le canton du Jura. Sur la base de ces données historiques, on peut admettre que le montant des dommages aux bâtiments provoqués par un événement rare (que l'on pourrait appeler centennal), analogue à la tempête « Lothar », pourrait atteindre CHF 15 à 20 millions.

Les tempêtes causent également des dégâts aux biens mobiliers, aux véhicules ainsi qu'aux infrastructures, ferroviaires notamment. Elles engendrent aussi des dommages indirects, principalement économiques, suite à la destruction d'un système de production ou d'une infrastructure par exemple ; ainsi que des coûts liés aux opérations de secours telles que la police, les pompiers, les ambulances ou

encore le relogement de personnes évacuées. Pour ces dommages, aucune donnée chiffrée n'a pu être récoltée dans le cadre de cette étude. Toutefois, ces derniers sont évalués qualitativement par les experts comme étant très importants.

État futur

En raison de connaissances lacunaires, aussi bien au niveau des effets des modifications climatiques sur les processus en action qu'au niveau des statistiques de répartition de ces événements, aucune affirmation scientifique sûre ne peut actuellement être formulée en ce qui concerne l'évolution future de l'intensité et de la fréquence de forts vents tempétueux. A l'heure actuelle, l'évolution des dommages dus aux tempêtes reste incertaine.

8.2.2 Impacts de la grêle

État actuel

La grêle représente la deuxième cause principale des sinistres aux bâtiments dus aux événements naturels. Entre 1979 et 2014, en moyenne et par année, 245 sinistres ont été causés par la grêle sur un total de 926 (ECA, 2014).

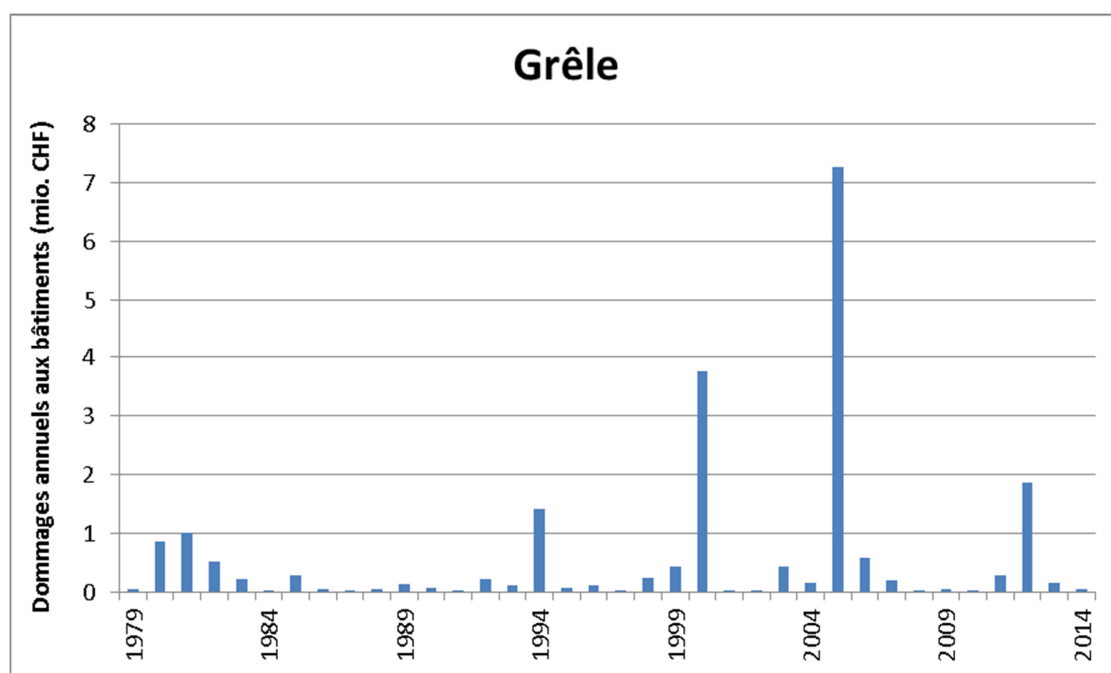


Figure 8-3 Dommages annuels aux bâtiments dus à la grêle entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014

On observe sur le graphique ci-dessus, une hausse des dégâts causés par la grêle. En effet, dès le milieu des années 1990, les dommages dépassent occasionnellement (tous les 5 ans environ) le million de francs, alors qu'ils étaient systématiquement en-dessous de ce seuil avant 1994. Cela s'explique probablement à la fois par une augmentation de l'intensité et/ou de la fréquence des orages de grêle et par l'augmentation de la valeur du milieu bâti. La valeur annuelle moyenne des dommages s'élève à CHF 576'000 environ. Les gros orages de grêle du 29 juillet 2005 peuvent être considérés comme un

événement rare (temps de retour de plusieurs dizaines d'années). Dans de tels cas, le montant des dommages occasionnés aux bâtiments pourra s'élever à CHF 10 millions environ.

La grêle constitue la cause principale des dégâts causés aux véhicules (OFEV 2015 : Étude de cas Canton de Fribourg), mais aucune donnée fiable n'est disponible à ce sujet pour le canton du Jura. Dans une moindre mesure, la grêle impacte également le mobilier extérieur.

De manière générale, les orages de grêle sont évalués qualitativement par les experts comme des aléas très importants.

État futur

Selon les experts climatiques, aucune affirmation sûre relative à l'évolution de la fréquence et/ou de l'intensité des épisodes de grêle n'est actuellement admise. L'analyse des futurs dommages y relatifs est donc pour l'heure impossible.

8.2.3 Impacts des crues

État actuel

Sur la période de 1979 à 2014, on comptabilise en moyenne annuelle 62 sinistres dus aux crues sur un total de 926 sinistres dus aux événements naturels, soit un coût de CHF 463'080 sur un total de CHF 2'266'314 (ECA, 2014). Les dommages aux bâtiments dus aux crues sont beaucoup moins fréquents que ceux dus aux tempêtes et à la grêle. Toutefois, bien que moins fréquentes, les crues ne sont pas négligeables car elles sont particulièrement coûteuses.

Pour les véhicules et les infrastructures, il n'existe aucune donnée chiffrée. Les dommages y relatifs sont donc évalués qualitativement. Il en va de même pour les dommages indirects causés par exemple par une interruption forcée des activités, les coûts liés à l'évacuation de personnes et à l'engagement des secours, ainsi que les coûts liés à la construction de nouveaux ouvrages ou au renforcement d'ouvrage existants afin de répondre à l'augmentation des risques.

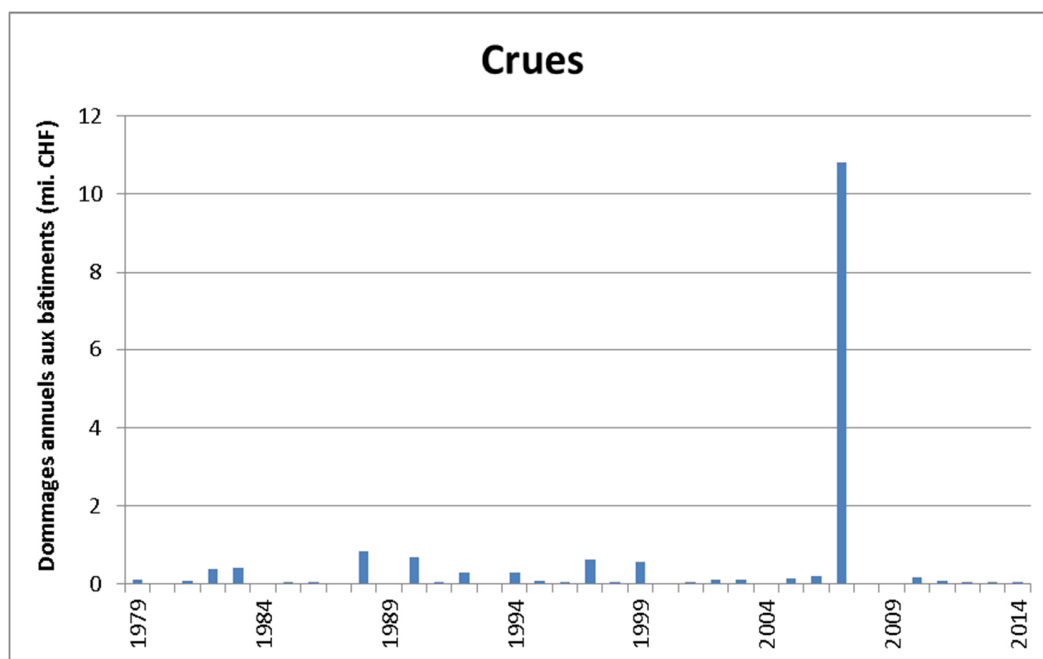


Figure 8-4 Dommages annuels aux bâtiments dus aux crues entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014

Comme illustré sur le graphique ci-dessus (Figure 8-4), les dommages annuels aux bâtiments dus à des crues sont généralement inférieurs à CHF 900'000. Sur la période s'étendant de 1979 à 2014, la valeur annuelle moyenne des dommages s'élève à CHF 167'360 (année 2007 exclue) environ. On observe une légère diminution des dommages liés aux inondations à partir des années 2000 où le montant annuel des dommages ne dépasse pas CHF 250'000, à l'exception de 2007 dont l'été a été particulièrement humide avec un épisode pluvieux très intense au mois d'août. Ce dernier a engendré des crues considérées comme centennales voir plus rares selon le document de l'OFEV « Analyse d'événements naturels. Crues d'août 2007 » (p. 4). Pour des événements rares de ce type, le montant maximal des dommages occasionnés aux bâtiments pourrait donc être de l'ordre de CHF 10 à 15 millions.

Dans l'ensemble, les crues sont évaluées qualitativement comme étant des aléas d'une très grande importance par les experts.

État futur

Les changements climatiques influent sur l'apport en eau et donc sur le régime des systèmes hydrologiques, ce qui entraîne une modification de la magnitude et de la fréquence des événements de crues et donc des dommages associés à ces derniers. Selon l'étude réalisée par geo7 « Sensibilité des dangers naturels au changement climatique » (OFEV, 2015), l'évolution globale attendue pour le canton du Jura à l'horizon 2060 est une augmentation des crues de petite et moyenne envergure, mais une diminution des événements de grande ampleur.

Ainsi, les conséquences des changements climatiques liées aux crues sont considérées comme étant neutres, voire légèrement négatives localement pour le scénario forte amplitude.

8.2.4 Impacts du gel et de la neige

État actuel

Selon les données de MétéoSuisse, les régions jurassiennes comptent actuellement entre 75 et 133 jours de gel dans l'année, en fonction de l'altitude, et entre 15 et 55 jours de neige (neige fraîche d'au moins 1 cm) (MétéoSuisse, 2014 : « Scénarios climatiques Suisse – un aperçu régional »).

Les alternances de gel/dégel et les chutes de neige ont un impact important sur les infrastructures routières. Comme illustré dans la

Figure 8-5 ci-dessous, le canton du Jura compte 500 kilomètres de routes entretenus par le Service des infrastructures et divisés en secteurs d'engagement.

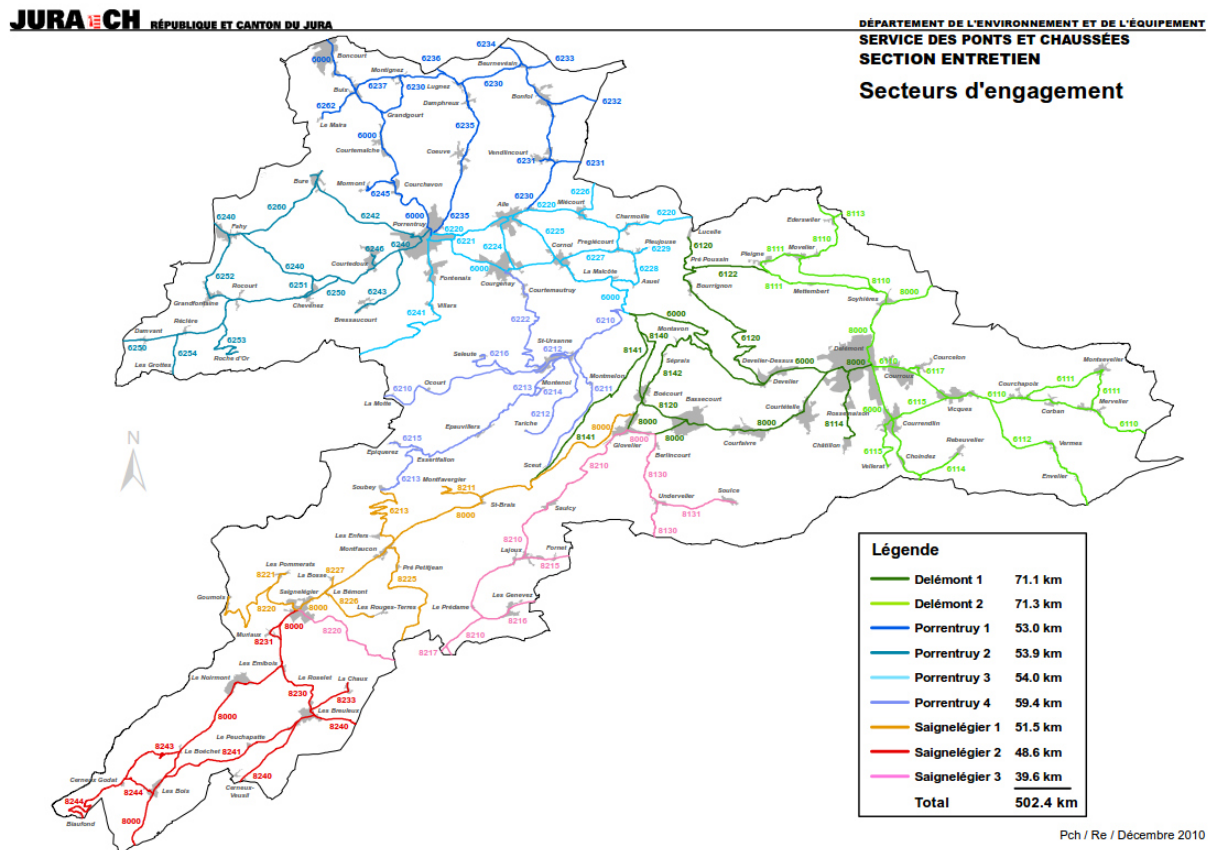


Figure 8-5 Réseau routier jurassien contrôlé par le secteur entretien du Service des infrastructures. Source : Service des infrastructures

En l'état actuel, ces routes sont particulièrement vieillissantes et dégradées, les couches bitumineuses ayant 20 à 30 ans d'âge. Par conséquent, le réseau routier jurassien est particulièrement sensible et le phénomène d'autoréparation des bitumes inexistant (Service des infrastructures, M. Willemin).

Les quantités de sel utilisées pour l'hiver 2014-2015 se sont élevées à 3'000 tonnes. Comme le montre le Tableau 8-3 ci-dessous, les consommations de sel répertoriées depuis l'hiver 2010-2011 n'indiquent aucune tendance particulière.

Tableau 8-3 Consommation de sel pour l'entretien hivernal des routes jurassiennes. Source : Service des infrastructures

| Service hivernal | Sel utilisé (tonne) |
|------------------|---------------------|
| 2010-2011 | 2'269.1 |
| 2011-2012 | 2'289.1 |
| 2012-2013 | 3'929.4 |
| 2013-2014 | 1'367.8 |
| 2014-2015 | 2'975.6 |

Aucune donnée quantitative n'est disponible sur les coûts liés au déneigement du réseau routier, ni sur les coûts liés aux dégâts dus aux épisodes de gel/dégel.

Les dégâts aux bâtiments dus au poids de la neige font l'objet de statistiques au sein de l'ECA. Sur la période de 1979 à 2014, ces dégâts représentent en moyenne 66 sinistres sur les 926 sinistres liés aux événements naturels et équivalent à un coût annuel moyen de CHF 136'062 (ECA, 2014).

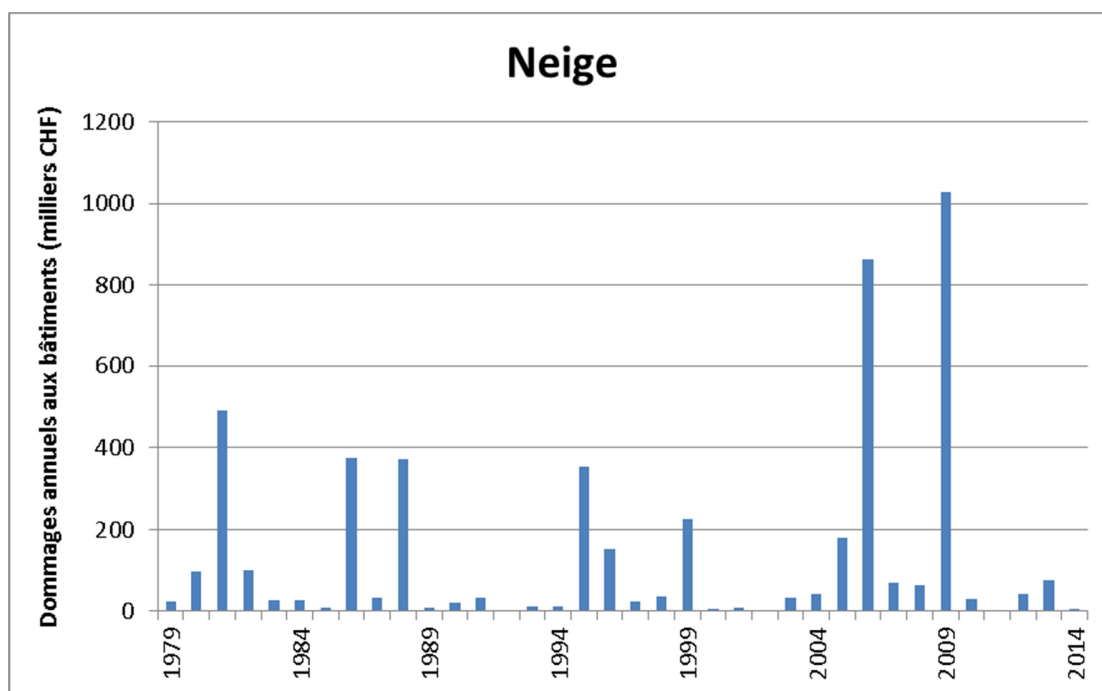


Figure 8-6 Dommages annuels aux bâtiments dus au poids de la neige entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA, 2014

Sur le graphique ci-dessus (Figure 8-6) aucune tendance claire ne se dégage quant à l'évolution des dégâts liés à la neige depuis 1979 jusqu'à aujourd'hui. Sur la base de ces données historiques, les quantités de neige et les dégâts tels que rencontrés en 2009 donnent une appréciation des conséquences d'un événement rare. Sur la base de ces données historiques, on peut admettre que le montant des dommages occasionnés aux bâtiments par des chutes de neige exceptionnelles n'excéderait probablement pas CHF 1 à 2 millions.

De manière générale, les impacts liés au gel et à la neige sont évalués qualitativement par les experts comme étant importants.

État futur

En raison des changements climatiques, les températures moyennes en hiver augmentent et induisent d'une part une diminution du nombre de jours de gel comprise entre 15% et 50% selon l'altitude et d'autre part une diminution du nombre de jours de neige fraîche comprise entre 30% et 50% (MétéoSuisse, 2014).

La baisse des quantités de neige implique une diminution des dommages dus au poids de la neige et des dépenses liées au déneigement et constitue ainsi une conséquence positive des changements climatiques.

Par contre, la diminution du nombre total de jours de gel n'implique pas forcément une diminution des dommages et des dépenses. En particulier, les besoins en salage n'en sont pas moins importants (Service des infrastructures, M. Willemin).

8.2.5 Impacts des instabilités de terrain : laves torrentielles, glissements de terrain, coulées de boue, chutes de pierres, éboulements et effondrements

État actuel

Le rapport de l'ECA affirme qu'en moyenne et par année, entre 1979 et 2014, il n'y a qu'un seul sinistre dû aux instabilités de terrain sur les 926 dus aux éléments naturels. Par ailleurs, depuis 2011, aucun sinistre de ce type n'a été répertoriés (ECA, 2014).

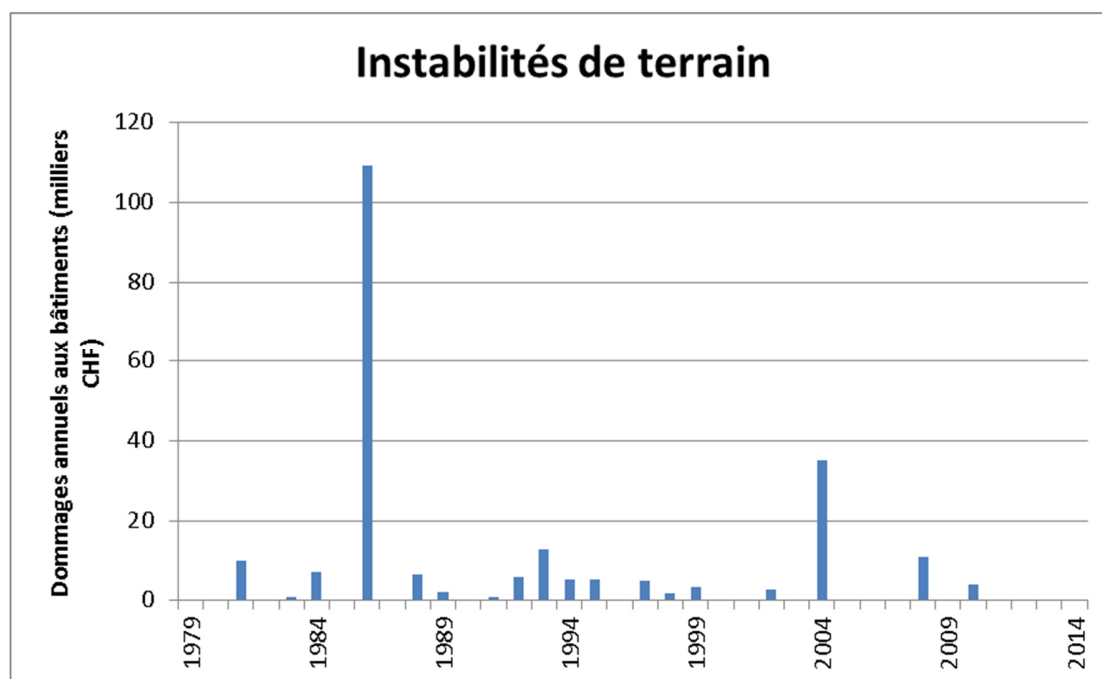


Figure 8-7 Dommages annuels aux bâtiments dus aux instabilités de terrain entre 1979 et 2014 dans le canton du Jura, indice d'assurance inclus (135). Source : ECA 2014

Sur le graphique ci-dessus, aucune tendance claire n'est visible quant à l'évolution des dommages liés aux instabilités de terrain depuis 1979 jusqu'à aujourd'hui. La valeur annuelle moyenne des dommages s'élève à CHF 6'400 environ. Le cas de figure rencontré en 1986 donne une idée des enjeux financiers associés à ce type d'événement. Pour les événements les plus extrêmes, le montant des dommages

occasionnés aux bâtiments par des instabilités du terrain sera probablement de l'ordre de CHF 100 à 200'000.

Ce type d'événements menace aussi les infrastructures, mais aucune donnée chiffrée n'est disponible à ce sujet. De manière générale, les impacts liés aux mouvements de terrain sont évalués qualitativement par les experts comme étant importants.

État futur

Les changements climatiques influent sur la magnitude et la fréquence des mouvements de terrain et donc sur les dommages associés à ces derniers. Selon l'étude réalisée par geo7 « Sensibilité des dangers naturels au changement climatique » (OFEV, 2015), l'évolution attendue pour le canton du Jura à l'horizon 2060 est la suivante :

- Diminution des chutes de pierres
- Augmentation des coulées boueuses liées à des fortes pentes

Ainsi, les conséquences des changements climatiques sont à la fois positives et négatives, selon le type d'instabilités de terrain considéré.

8.3 Évaluation des impacts

Le manque de données quantitatives, concernant en particulier les dommages aux infrastructures et les dommages économiques indirects, rend l'analyse quantitative des impacts difficile. Ainsi, les effets et aléas climatiques pertinents sont évalués par indicateur de façon qualitative pour l'état actuel et pour les deux scénarios climatiques considérés.

8.3.1 Risques actuels

À l'heure actuelle, les risques les plus importants pour les bâtiments sont ceux engendrés par les tempêtes, les orages accompagnés de grêle et les crues (catégorie d'impact -2). En effet, ces phénomènes représentent en moyenne 94% du montant des dommages annuels causés par les événements naturels. Bien qu'aucune donnée n'existe concernant les infrastructures, ces dernières sont considérées comme particulièrement vulnérables aux crues (catégorie d'impact -2) et aux instabilités de terrain, aussi bien celles de type « laves » et « coulées de boue », que celles de type « chutes de pierre » (catégorie d'impact -1). Par ailleurs, les tempêtes occasionnent des dégâts non négligeables aux lignes électriques aériennes, alors que les chutes de neige intenses et le gel sont susceptibles d'abîmer les infrastructures routières et ferroviaires (catégorie d'impact -1). Ces aléas et effets causent aussi, au-delà des dégâts matériels directs, des dommages indirects liés à l'impossibilité d'utilisation des bâtiments et/ou des infrastructures, ainsi que des coûts liés aux opérations de secours.

La réduction du manteau neigeux est actuellement déjà considérée comme une opportunité (catégorie d'impact +1).

L'incertitude sur les risques actuels est considérée comme étant très faible (A) étant donné que les risques sont bien identifiés.

Tableau 8-4 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| Indicateur | État actuel | | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------------------|-------|--|---------------|-----|------------------------------|---|
| | Aléa / Effet | Chutes de neige intenses | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Orages, grêle | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres, éboulements, effondrements |
| Montant des dommages | -1 | -2 | -1 | -2 | 0 | +1 | -1 | -2 |
| Dépenses | -1 | -2 | -1 | -2 | -1 | +1 | -1 | -2 |
| Rendements | 0 | -2 | -1 | -2 | 0 | 0 | -1 | -2 |
| Canton JU | -1 | -2 | -1 | -2 | -1 | +1 | -1 | -2 |

8.3.2 Scénario faible

Pour le scénario climatique 2060 de faible amplitude, la baisse des quantités de neige (chutes de neige intenses et réduction du manteau neigeux) prévue est considérée comme une conséquence plutôt positive des changements climatiques (catégorie d'impact +1 pour les chutes de neige et +2 pour la réduction du manteau neigeux). Des quantités moindres de neige devraient en effet permettre de limiter les coûts liés au déneigement et les dommages causés par le poids de la neige. Les chutes de pierres devraient également diminuer et contribuer ainsi à une baisse des dommages causés aux bâtiments et aux infrastructures (catégorie d'impact +1).

A l'inverse, les coulées de boues sont susceptibles d'augmenter sur les pentes jurassiennes, ce qui se répercute négativement à la fois sur le montant des dommages et sur les coûts d'entretien et des interventions d'urgence (catégorie d'impact -2).

Comme mentionné dans l'étude de Geo7, la diminution des jours de gel peut être considérée comme ayant un impact plutôt positif en raison d'une diminution des jours présentant une alternance gel-dégel (catégorie d'impact +1). L'expert jurassien en charge de l'entretien des routes est toutefois d'avis que d'éventuelles périodes de gel moins longues et moins continues, peuvent aussi conduire à des cycles de gel/dégel plus fréquents et ainsi causer davantage de dégâts aux routes (Service des infrastructures, M. Willemin).

En fonction du type de cours d'eau considéré, des conditions locales et de l'ampleur de l'événement examiné, le risque de crues peut être plus élevé ou plus faible selon les cas. L'effet des crues sur les infrastructures et les bâtiments est donc considéré comme étant identique à la situation actuelle (catégorie d'impact -2). Enfin, au vu des incertitudes qui pèsent sur l'analyse de l'évolution des phénomènes de grêle et de tempêtes en lien avec les changements climatiques, ces éléments ne peuvent pas être évalués (catégorie d'impact n/a).

Tableau 8-5 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario faible

| Scénario faible | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|-------|--|---------------|-----|------------------------------|---|--------------------|
| Indicateur | Aléa / Effet | | | | | | | |
| | Chutes de neige intenses | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Orages, grêle | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres, éboulements, effondrements | Tempêtes, ouragans |
| Montant des dommages | +1 | -2 | -2 | n/a | 0 | +2 | +1 | n/a |
| Dépenses | +1 | -2 | -2 | n/a | +1 | +2 | +1 | n/a |
| Rendements | 0 | -2 | -1 | n/a | 0 | 0 | +1 | n/a |
| Canton JU | +1 | -2 | -2 | n/a | +1 | +2 | +1 | n/a |

8.3.3 Scénario fort

Les conditions climatiques retenues pour le scénario forte amplitude engendrent une augmentation du risque de crues plus nette que pour le scénario faible amplitude. Ainsi, l'évolution de cet aléa est considérée comme étant négative, occasionnant à la fois davantage de dommages, des dépenses plus importantes et des rendements potentiellement plus faibles (catégorie d'impact -3).

Le nombre de jours de gel et les quantités de précipitations sous forme de neige diminuent davantage que dans le cas du scénario faible. Ainsi, leur évolution est considérée comme positive pour le gel (catégorie d'impact +2) et très positive pour la réduction du manteau neigeux (+3).

Pour les autres aléas et effets, il n'y a pas de différence significative entre le scénario faible et le scénario fort.

Tableau 8-6 Évaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario fort

| | | Scénario fort | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|----------------------|--|----------------------|-----|------------------------------|---|---------------------------|--|
| | | <i>Aléa / Effet</i> | | | | | | | |
| <i>Indicateur</i> | Chutes de neige intenses | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Orages, grêle | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres, éboulements, effondrements | Tempêtes, ouragans | |
| Montant des dommages | +1 | -3 | -2 | n/a | 0 | +3 | +1 | n/a | |
| Dépenses | +1 | -3 | -2 | n/a | +2 | +3 | +1 | n/a | |
| Rendements | 0 | -3 | -1 | n/a | 0 | 0 | +1 | n/a | |
| Canton JU | +1 | -3 | -2 | n/a | +2 | +3 | +1 | n/a | |

Finalement, les conséquences positives et négatives des changements climatiques sur les infrastructures et les bâtiments s'équilibrent et conduisent à un impact pouvant être considéré comme neutre. Toutefois, le caractère global positif ou négatif de l'impact des changements climatiques sur les infrastructures et les bâtiments est étroitement lié à l'évolution des dégâts dus à la grêle et aux tempêtes (ces deux aléas représentant à eux seuls plus de 70% des dommages aux bâtiments engendrés par des phénomènes naturels), si bien qu'il n'est pas possible pour l'instant d'émettre des pronostics fiables.

8.3.4 Incertitudes

Dans le Tableau 8-7 ci-dessous sont indiquées les classes d'incertitude assignées à chacun des aléas et effets répertoriés. Cette analyse permet d'évaluer la précision du code couleur attribué aux impacts selon la légende du Tableau 3-3.

Tableau 8-7 Classe d'incertitude pour l'évaluation qualitative des impacts des aléas et effets des changements climatiques sur le domaine « Infrastructures et bâtiments »

| | Chutes de neige intenses | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Orages, grêle | Gel | Réduction du manteau neigeux | Chutes de pierres, éboulements, effondrements | Tempêtes, ouragans |
|-----------------------------|--------------------------|-------|--|---------------|-----|------------------------------|---|--------------------|
| Classe d'incertitude | B | C | C | D | D | B | C | D |

Les impacts liés à la quantité de précipitations neigeuses sont relativement sûrs et se voient attribuer la classe B. On sait en effet que les quantités de neige diminueront sous l'effet des changements climatiques et que cela constitue une opportunité pour le domaine des infrastructures et des bâtiments.

Les impacts dus aux crues et aux instabilités de terrain sont plus équivoques (classe C) et pourraient ainsi être classés dans une catégorie couleur inférieure ou supérieure. D'une part, l'effet des changements climatiques sur ces phénomènes dépend de plusieurs facteurs et les processus associés sont relativement complexes. D'autre part, les dommages potentiels associés à ces phénomènes varient considérablement en fonction de l'exposition des infrastructures et des bâtiments, qui est elle-même déterminée par des facteurs socio-économiques tels que l'augmentation des zones urbanisées dans des zones à risques ou la mise en place de mesures de protection supplémentaires par exemple.

Les impacts dus au gel sont incertains et se voient ainsi attribuer la classe D. Bien qu'il soit clair que les changements climatiques engendreront une baisse du nombre de jours de gel par an, l'effet sur les cycles de gel/dégel reste encore incertain, or c'est précisément ces cycles de gel/dégel qui endommagent les bâtiments et les infrastructures, et plus particulièrement les routes.

Enfin, l'effet des changements climatiques sur les phénomènes de tempêtes et de grêle est très incertain. Aussi bien l'ampleur que le sens de la modification (augmentation ou diminution) sont en effet inconnus à ce jour. Par conséquent, les impacts y relatifs se voient attribuer une incertitude de classe D et une analyse de sensibilité est conduite. Les résultats de cette analyse, qui consiste à multiplier respectivement diviser les valeurs actuelles par un facteur 1,5 montrent que le montant des dommages causés par les tempêtes et la grêle (confondus) pourrait être compris entre 1 million et 2,5 millions de francs suisses par an environ. Ces chiffres s'écartent peu des valeurs moyennes annuelles exposées au chapitre 8.2 et restent largement en-dessous du montant des dommages provoqués par des événements rares tels que « Lothar » ou les orages de l'été 2005 (voir chapitre 8.2).

8.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La Figure 8-8 montre où s'appliquent les champs d'action de la stratégie fédérale d'adaptation aux changements climatiques et les mesures du plan d'action correspondantes. Le domaine d'impact « Infrastructures et bâtiments » ne constituant pas un secteur de la stratégie fédérale en tant que tel, l'analyse ci-dessous se focalise sur les champs d'action et les mesures des secteurs ayant le plus d'interactions avec le domaine des infrastructures et des bâtiments, soit :

- La gestion des dangers naturels
- L'énergie
- Le développement territorial

On observe que l'ensemble des éléments inscrits dans la stratégie d'adaptation se rapportant de près ou de loin au domaine « Infrastructures et bâtiments » sont susceptibles d'atténuer les risques liés à la survenue d'événements extrêmes et ainsi les coûts engendrés par les dommages causés et les interventions d'urgence nécessaires.

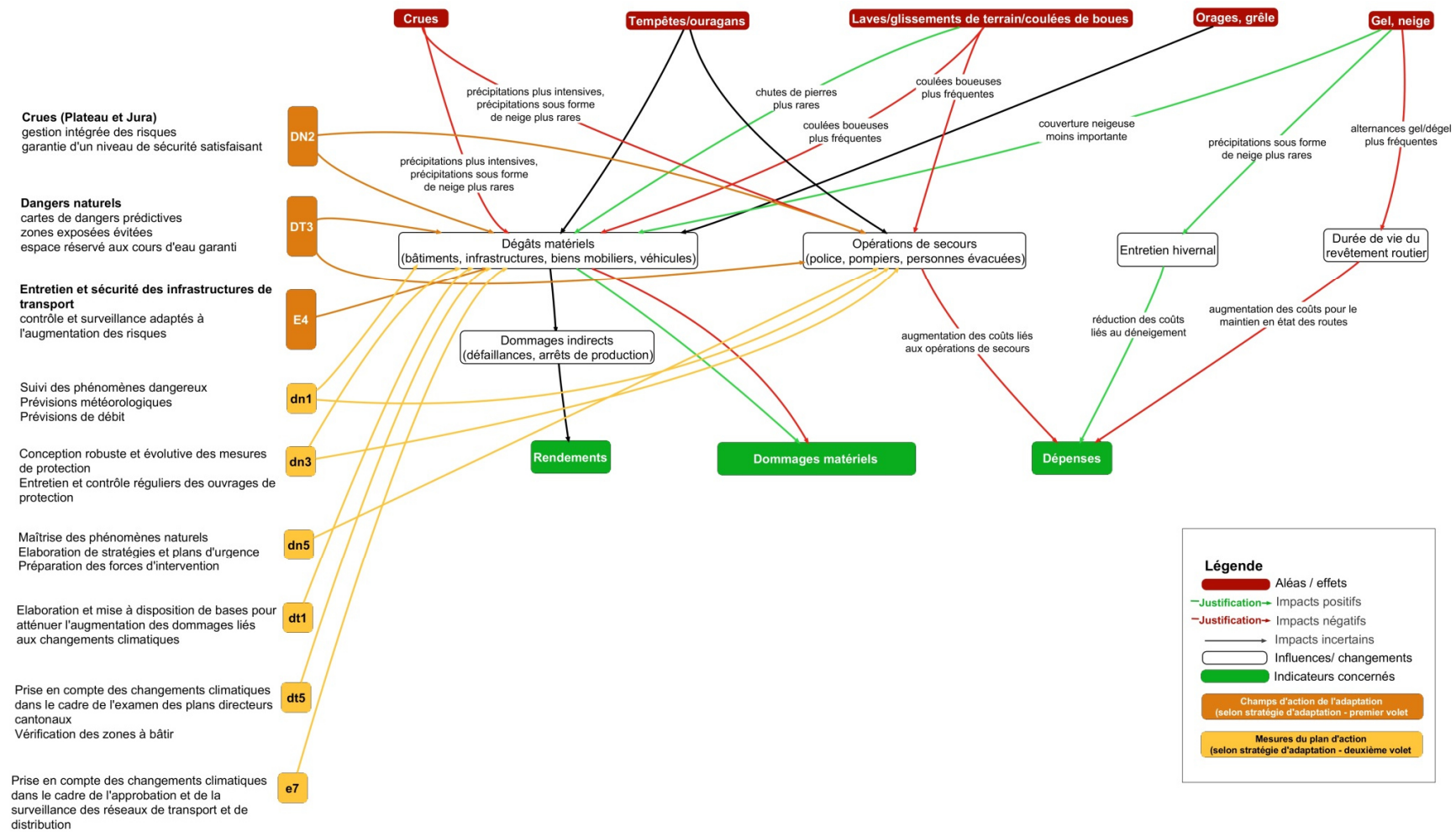


Figure 8-8

Liens entre les risques et opportunités du domaine « Infrastructures et bâtiments » et la stratégie d'adaptation du Conseil fédéral

8.5 Impacts du scénario socio-économique

Les aspects suivants figurent au premier plan en ce qui concerne les évolutions socio-économiques en rapport avec les impacts sur les infrastructures et les bâtiments :

- Évolution des montants assurés par les assurances du canton du Jura, liée notamment à l'évolution de la valeur des biens assurés (par exemple suite à la rénovation d'un bâtiment)
- Évolution de la vulnérabilité des bâtiments et des infrastructures exposés aux dangers naturels (grêle, glissements de terrain, tempêtes, chutes, de pierre, inondations, ...). Selon le type de danger naturel, il y a divers aspects à prendre en considération comme par exemple les standards de construction, les modifications dans l'utilisation de matériaux sensibles à la grêle ou dans les demandes de protection contre les crues des bâtiments se trouvant dans les zones de dangers, ainsi que la prise en compte des cartes de dangers dans les plans d'affectation
- Efficacité des mesures de protection (ouvrages de protection, plans d'urgence, etc...)
- Évolution de la vulnérabilité du réseau routier jurassien, en fonction de son âge et des travaux de réfection entrepris

8.6 Références

- Etablissement cantonal d'assurance immobilière et de prévention ECA Jura (2014) : Rapport de gestion 2014.
- OcCC, ProClim (2007) : Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie.
- OFEV (2010) : Analyse d'événements naturels. Crues d'août 2007.
- OFEV, CSD Ingénieurs, Ernst Basler + Partner (2015) : Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Freiburg.
- OFEV, Geo7 AG (2015) : Sensibilité des dangers naturels au changement climatique.
- OFEV, INFRAS, Sofies, Egli Engineering, INDDIGO (2015) : Analyse des risques et opportunités liés aux changements climatiques en Suisse. Etude de cas. Canton de Genève et Grand-Genève.
- OFEV, INFRAS, Egli Engineering (2015) : Klimabedingte Risiken und Chancen 2060. Regionale Fallstudie Kanton Uri.
- OFS (2013) : L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie.
- Union inter cantonale de réassurance UIR (2008) : Evolution du climat et de la vulnérabilité des bâtiments en Suisse jusqu'en 2050 : répercussions attendues sur les dangers naturels et les dommages aux bâtiments.

9. Gestion de l'Eau

L'évaluation de l'impact des changements climatiques dans le domaine de la gestion de l'eau met l'accent sur l'approvisionnement en eau potable ainsi que le traitement des eaux usées. L'impact sur les eaux de surface est décrit de manière succincte puisqu'il est lié à la production d'électricité qui est traitée dans le chapitre « Énergie » et au domaine de la Biodiversité. La problématique de l'irrigation est quant à elle traitée dans le chapitre « Agriculture » et les dommages liés aux crues sont traités dans le chapitre « Infrastructures et bâtiments ».

9.1 Paramètres de base

La consommation annuelle moyenne en eau potable d'un habitant du canton de Jura est estimée à 46-54 m³/hab/an pour la consommation domestique (PsEaux, 2012) et de 125-140 m³/hab/an tous usages confondus. Cette consommation est vraisemblablement en légère baisse depuis une trentaine d'années, conformément à la tendance observée sur l'ensemble de la Suisse (SSIGE, 2015). Les besoins en eau potable du Jura sont couverts intégralement par les eaux souterraines, soit par le biais d'exploitation de sources ou par le biais de puits de pompages¹⁸. L'eau potable provient de sources karstiques et d'aquifères alluviaux ou mixtes.

Le sous-sol jurassien est principalement composé de roches calcaires fissurées et karstifiées, impliquant un drainage rapide des eaux d'infiltration et une faible capacité d'autoépuration. Les eaux karstiques du Jura nécessitent ainsi presque toujours une désinfection et parfois un traitement par filtration. Les bassins d'alimentation s'étendent sur de grandes surfaces et les zones de protection couvrent souvent plusieurs kilomètres carrés¹. Les aquifères sont à plusieurs endroits très vulnérables vis à vis la pénétration de polluants dans le sous-sol.

¹⁸ <http://www.jura.ch/DEE/ENV/Eaux/Eau-potable.html>

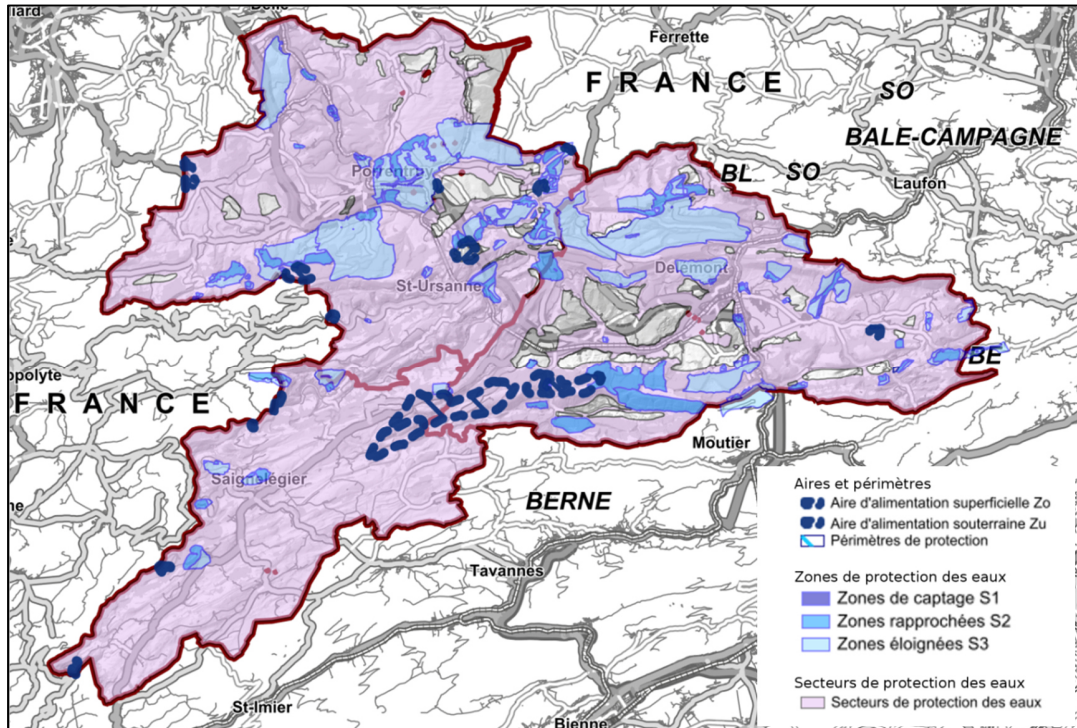


Figure 9-1 Zones de protection des eaux. Source : <http://geo.jura.ch/theme/Environnement>

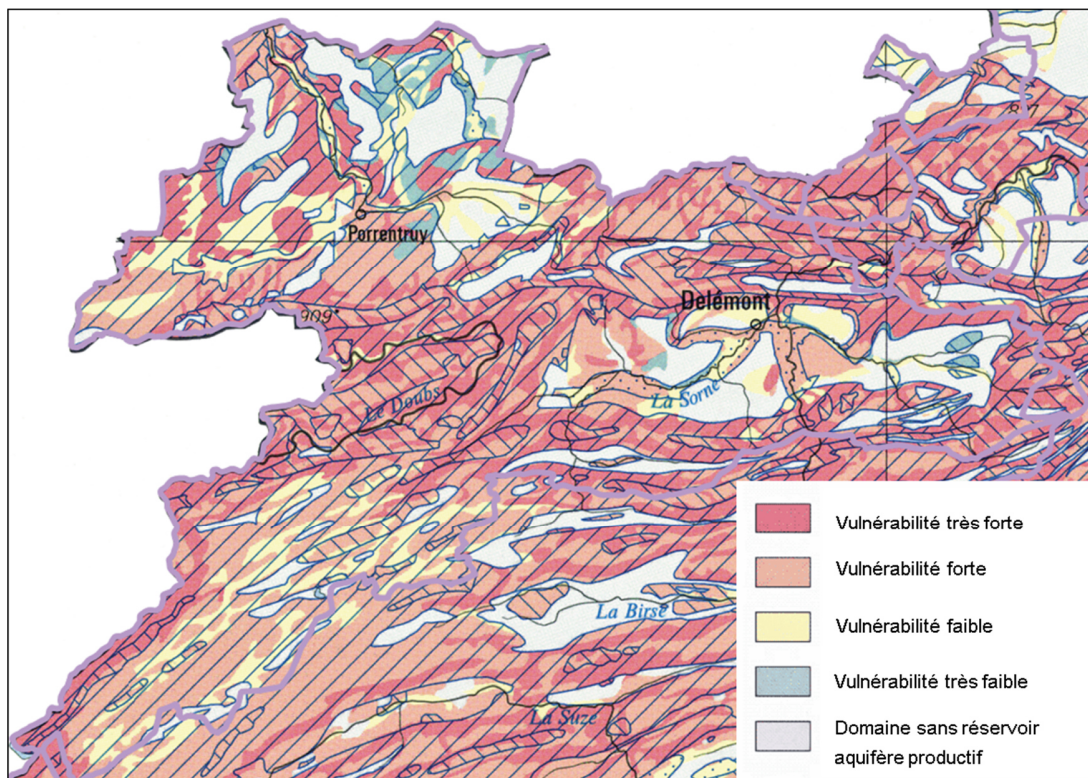


Figure 9-2 Vulnérabilité des réservoirs aquifères vis à vis la pénétration de polluants dans le sous-sol. Source : <https://map.geo.admin.ch>

Les aquifères alluviaux ou mixtes c'est à dire s'étant développés dans les alluvions des cours d'eau ou dans la molasse altérée sont plus limités. Généralement de faible profondeur (1 à 10 m), ces types d'aquifères sont exploités dans les vallées de la Sorne, de la Birse, du Doubs et de l'Allaine.

La répartition des ressources en eau est plutôt inégale sur le territoire jurassien. Le district de Delémont a peu de problème d'approvisionnement, contrairement au district des Franches-Montagnes qui doit puiser pratiquement toute son eau potable ailleurs (dans le Vallon de St-Imier) faute de ressources en eaux. Une gestion optimisée est aussi nécessaire pour l'Ajoie, qui est reliée au Clos du Doubs et à la Vallée de Delémont par une conduite d'eau installée lors de la construction des tunnels de l'A16. Un autre exemple d'interconnexion de réseaux d'eau est celle en provenance de Moutier par l'A16 permettant d'approvisionner la commune de Rebeuvelier et de fournir de l'eau de secours à Courrendlin. Cette interconnexion est en cours de prolongement jusqu'à Delémont¹⁹.

Globalement, ce sont les communes qui distribuent l'eau potable, puis évacuent et traitent les eaux usées et claires. Dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable, certaines communes se sont regroupées en syndicats, ayant le rôle de grossiste fournissant les communes (SEF, SEHA, SEV). Un syndicat (SEF) gère l'approvisionnement en eau potable jusqu'à la distribution aux abonnés. Des syndicats existent aussi pour le traitement des eaux usées gérant uniquement des infrastructures intercommunales (SEDE, SEPE, SECO, SEVEBO). Dans certaines communes du district de Delémont, ce sont des commissions communales qui sont en charge des aménagements de cours d'eau (PsEaux, 2012).

¹⁹ <http://www.jura.ch/DEE/ENV/Eaux/Eau-potable.html>

9.2 Impacts liés aux changements climatiques

Les effets et aléas liés aux changements climatiques et leurs incidences sur la gestion des eaux font l'objet d'une analyse uniquement qualitative.

Tableau 9-1 Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine de la gestion de l'eau dans le canton du Jura

| Aléa / effet | Évaluation qualitative |
|---|--|
| Crues | <ul style="list-style-type: none"> • Pollution des nappes et contamination des captages d'eau. • Dégâts aux installations d'approvisionnement en eau et d'élimination des eaux usées. |
| Orage / grêle | <ul style="list-style-type: none"> • Débordement et surcharge des réseaux d'évacuation et déversement d'eaux polluées. • Risques de pollutions liées au lessivage d'engrais de ferme et autres substance et matériaux. • Diminution de la recharge des aquifères à cause de pertes par ruissellement. |
| Sécheresse générale | <ul style="list-style-type: none"> • Baisse du niveau des nappes phréatiques et risque d'épuisement des ressources. • Pénuries en termes d'approvisionnement en eau. • Augmentation de la vulnérabilité des ressources en eau (sources karstiques). • Modification (réduction) des débits des cours d'eau et de leur régime. • Conflit sur l'utilisation de l'eau (loisirs, agriculture, protection des biotopes et consommation). |
| Vagues de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> • Problèmes qualitatifs dans les eaux de surface (prolifération de cyanobactéries). • Problèmes liés à l'oxygénation moindre des eaux de surface. • Modification (réduction) des débits des cours d'eau par évaporation/évapotranspiration. • Conflit sur l'utilisation de l'eau (loisirs, agriculture, protection des biotopes et consommation). |
| Modification du régime de précipitation | <ul style="list-style-type: none"> • Modification des débits des cours d'eau et de leur régime. • Modification des « stocks » d'eaux souterraines et de surface. |
| Modification de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> • Baisse généralisée de la qualité des eaux : sources karstiques, eaux souterraines et eaux de surface. • Amélioration de l'efficacité des STEP (nitrification). |

La figure ci-dessous schématise les interactions entre les différents aléas/effets et leurs impacts sur les activités de gestion de l'eau.

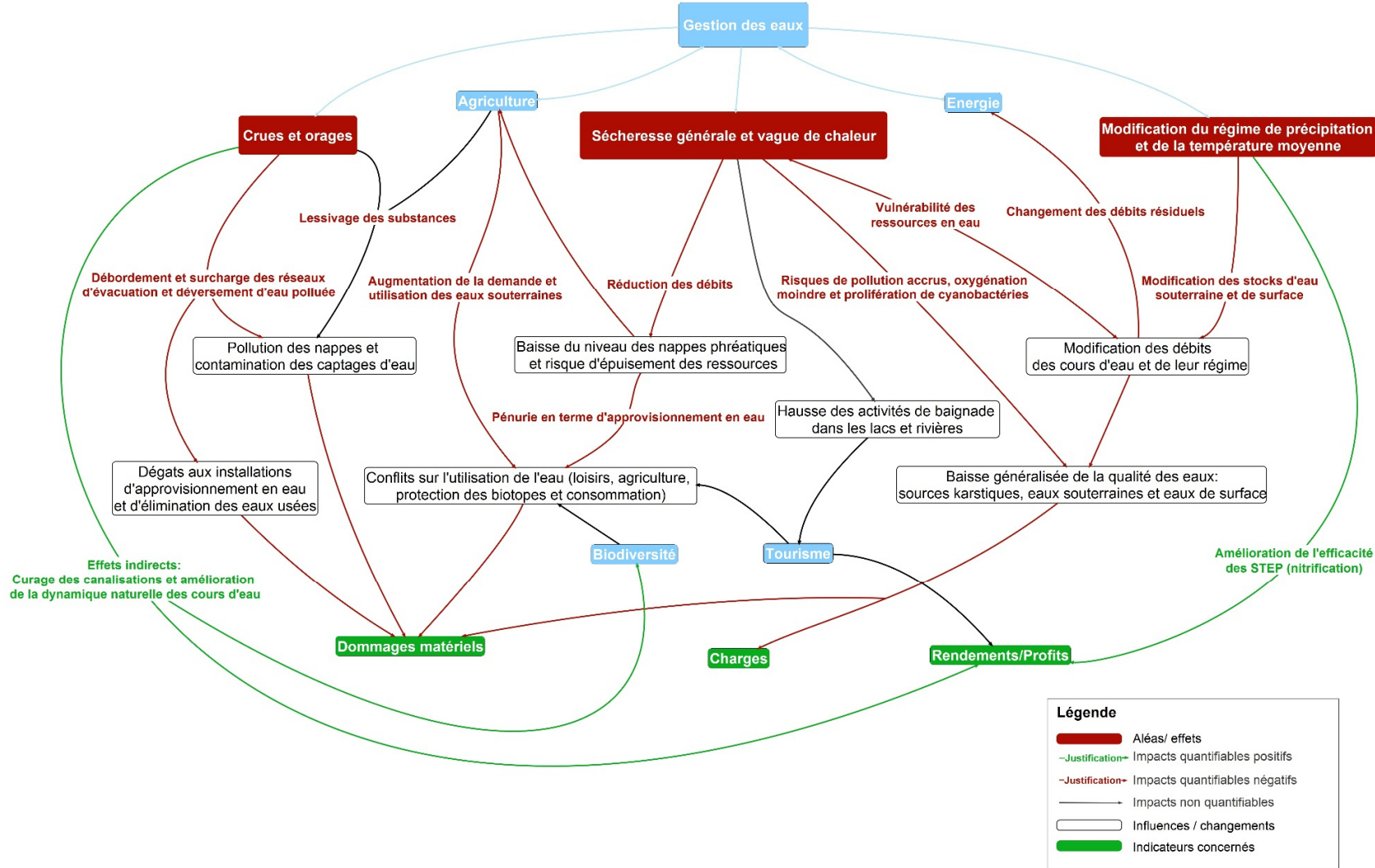


Figure 9-3 Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude

9.2.1 Impacts des périodes de sécheresse générale et des vagues de chaleur

Avec le changement climatique, un minimum de précipitations dans le Jura est attendu au cœur de l'été, alors que la probabilité de fortes chaleurs est la plus élevée. Dans ces conditions, les conséquences des sécheresses estivales risquent d'être graves et d'inclure des périodes d'étiage extrême (OFEV-CCHydro, 2012).

Les vagues de chaleur risquent surtout d'affecter les eaux de surface en induisant notamment la prolifération des cyanobactéries, une oxygénation moindre et une réduction des débits des cours d'eau (voire assèchement temporaire). Les vagues de chaleur et les sécheresses ont néanmoins plusieurs effets en communs sur les ressources en eaux potables souterraines, tels que des pénuries ponctuelles, des baisses de niveau des nappes phréatiques, une augmentation de la vulnérabilité des sources karstiques (tarissement temporaire ou prolongé), des risques de pollution accrue et des conflits sur l'utilisation de l'eau (loisir, agriculture, protection des biotopes, consommation).

Lors de la vague de chaleur de l'été 2003, des interconnexions provisoires d'urgence ont dû être établies dans le Jura et certains volumes d'eau ont dû être transportés aux habitations et aux fermes isolées, causant des coûts inhabituels non-chiffrés. Des phénomènes semblables ont été observés durant l'été et l'automne 2015. De fortes baisses de niveaux piézométriques, de même que de faibles débits ont aussi été enregistrées en 2003 dans le Jura (OFEV-NAQUA, 2009). Ces exemples tendent à démontrer que certaines nappes d'eau souterraines et/ou cours d'eau peuvent s'assécher suite à des vagues de chaleur dans le Jura. Pour assurer l'approvisionnement en eau des régions jurassiennes rurales mal interconnectées, ayant des sources karstiques et/ou ne disposant que d'une petite zone d'alimentation en surface, il faudra développer la mise en réseau des infrastructures, ce qui entraînera des dépenses (OcCC, 2007). Le PsEaux 2012 prévoit notamment des interconnexions entre les réseaux de distribution permettant l'utilisation d'une ressource alternative en cas de pénurie locale, de pollution ou de problème technique. Ces interconnexions nécessitent une planification à l'échelle régionale ainsi qu'un financement des infrastructures, datant en bonne partie de la 1ère moitié du XXème siècle. Aujourd'hui, les taxes perçues ne permettent pas de maintenir la valeur de ces infrastructures. Une nette augmentation des moyens financiers, et donc des taxes, sera incontournable, sous peine de voir se dégrader irrémédiablement les infrastructures (PsEaux, 2012). Pour l'instant, la possibilité de liaisons avec les lacs du plateau suisse est écartée en raison des coûts.

D'autres parts, les pénuries d'eau pourraient engendrer des situations de conflits d'usages, notamment dans le domaine de l'agriculture et de la préservation des biotopes (voir Chapitre Biodiversité). Dans le domaine de la biodiversité, les vagues de chaleur et les sécheresses risquent d'augmenter la mortalité de la faune piscicole et de la microfaune, ainsi que de fragiliser les espèces aquatiques et hydrophiles. Le canton du Jura fait en principe partie d'un projet pilote nommé « Maintien des ressources en eau dans le bassin versant des biotopes marécageux d'importance nationale ». Ce projet cherche à définir les bassins versants des zones humides pour mieux empêcher leur assèchement²⁰.

Hypothétiquement, les effets positifs suivants pourraient être observés : la diminution de fréquence de déversements et l'augmentation de l'efficacité de nitrification avec l'augmentation de la température impliquant un meilleur fonctionnement des installations d'assainissement. Il se pourrait aussi que, selon les situations, les sources karstiques soient les dernières à se tarir en cas de sécheresse. De meilleures connaissances sur les systèmes d'eaux karstiques jurassiens sont cependant nécessaires pour confirmer ce dernier point. (PNR 61, 2015).

En somme, les effets négatifs des sécheresses et des vagues de chaleur sont plus nombreux, probables et bien documentés que les effets positifs. Ces effets négatifs découlent principalement de pénuries

²⁰ <http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14916/14940/index.html?lang=fr>

locales d'eau potable, engendrant par exemple des coûts liés au transport d'urgence d'eau potable et à la nécessité d'interconnexions entre les réseaux de distribution.

9.2.2 Impact des autres aléas

Crues et orages

Un accroissement de la fréquence des crues importantes est à prévoir pour le canton du Jura, avant tout en hiver mais aussi probablement pendant les saisons de transition (printemps, automne). Une modification de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes (ex. inondations) est aussi attendue (geo7 2014).

Bien qu'ils soient liés à des conditions météorologiques distinctes, les crues et les orages sont regroupés sous un même aléa étant données leurs conséquences semblables sur le domaine «Gestion de l'eau» dans le Jura : risque de contamination des captages d'eau, risque de pollution liée au lessivage d'engrais de ferme et autres substances/matériaux, diminution de la recharge des aquifères à cause des pertes par ruissellement, augmentation de la turbidité, altération de la qualité bactériologique, risques de pollution des eaux et des milieux naturels riverains, apparition de milieux perturbés propices à l'implantation d'espèces invasives, surcharge des réseaux d'évacuation, déversements d'eaux polluées, dommages aux installations d'approvisionnement et d'élimination des eaux. Notamment dans les aquifères karstiques du Jura, l'eau souterraine s'écoule très rapidement dans les conduits et les cavités karstiques, ce qui induit des pointes de débit extrêmes pouvant survenir aussitôt après de forts épisodes pluvieux (OFEV-CCHydro, 2012). L'objectif 2 du Plan Sectoriel des Eaux (2012) prévoit d'ailleurs la cartographie des dangers et l'entretien des ouvrages de protection contre les crues. Bien qu'aucune surcharge particulière n'ait été remarquée jusqu'à maintenant, les déversements en amont risquent d'être plus fréquents et les bassins de STEP sont susceptibles d'être inondés en cas de pluies fortes dans le Jura.

Hypothétiquement, les crues et les fortes pluies pourraient avoir des effets positifs tels que le nettoyage des canalisations, l'amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau et l'apparition de milieux pionniers propices à l'augmentation de la biodiversité. Ces effets positifs demeurent peu documentés par rapport aux effets négatifs.

L'incertitude liée à l'évaluation des impacts des crues dans le domaine de la gestion de l'eau est jugée moyenne (catégorie C). Les crues par le passé n'ont pas causé de dommages majeurs et notables dans le Jura. Même si la fréquence des crues tend à augmenter avec les changements climatiques, le canton a développé une stratégie (Plan Sectoriel des Eaux) qui lui permettra de s'adapter.

Modification du régime des précipitations et de la température moyenne

Des changements sont à prévoir au niveau des « stocks et débits » saisonniers d'eau souterraine et de surface, notamment avec des débits de cours d'eau plus élevés en hiver et moins élevés en été, particulièrement lors de périodes de sécheresse (OcCC, 2007). Cela pourrait se refléter sur la recharge des nappes d'eaux souterraines. Pour les nappes interagissant avec des cours d'eau, la recharge est sensible aux répartitions saisonnières des précipitations (OFEV-NAQUA, 2009). Les niveaux d'eau dans ces aquifères pourraient donc suivre les débits des cours d'eau, c'est-à-dire augmenter en hiver et diminuer en été. Pour les aquifères karstiques, la recharge s'effectue surtout pendant les périodes de précipitations longues et continues et lors de la fonte des neiges (OFEV-NAQUA, 2009). Pour les aquifères karstiques situés entre 800 et 1'600 mètres d'altitude, la recharge printanière actuellement associée à la fonte des neiges pourrait laisser place à une recharge hivernale continue à l'horizon 2060 et selon le scénario fort. Durant l'été, l'augmentation de la température et la diminution des stocks d'eaux souterraines risquent d'induire des conflits d'usage de la ressource (ex. Agriculture et Biodiversité). L'augmentation saisonnière des débits pourrait aussi être défavorable pour les infrastructures en cas de crues extrêmes et inondations, lesquelles peuvent créer des dommages (voir Chapitre Infrastructures et Bâtiments). Les conflits d'usage et l'investissement dans des infrastructures durables sont d'ailleurs prévus dans le Plan Sectoriel Eaux (PSEaux, 2012). Hypothétiquement, l'augmentation saisonnière des débits sera bénéfique pour la faune aquatique (amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau).

9.3 Evaluation des impacts

Risques actuels

Les risques actuels constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs. L'incertitude sur les risques actuels est classée comme étant très faible (A) étant donné que les risques sont bien identifiés. Les impacts négatifs sur la gestion des eaux dans le Jura sont principalement générés par les sécheresses généralisées et les vagues de chaleur qui impliquent des risques en matière de qualité et de quantité des eaux. L'augmentation de la température ainsi que les crues et les orages menacent également, mais dans une moindre mesure, la qualité physico-chimique ainsi que biologique des eaux.

Tableau 9-2 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| Indicateur | Etat actuel | | |
|---|---------------------------------|--|--|
| | Aléa / Effet Crues et orages | Sécheresse générale et vagues de chaleur | Modification du régime des précipitations et de la température moyenne |
| Produits | 0 | 0 | 0 |
| Charges | 0 | -1 | 0 |
| Dommages matériels et charges associées à la maîtrise | 0 | -1 | 0 |
| Canton JU | 0 | -1 | 0 |

Sécheresse générale et vagues de chaleur : La catégorie -1 attribuée aux Charges s'explique par une nécessité d'investissements pour l'interconnexion entre les réseaux de distribution. La catégorie -1 attribuée aux Dommages matériels et charges associées à la maîtrise s'explique par le transport occasionnel d'urgence d'eau potable.

Globalement, nous estimons que le domaine de la gestion des eaux est actuellement impacté plutôt négativement par les changements climatiques dans le canton du Jura (catégorie d'impact -1).

9.3.1 Scénario faible

Le Tableau 9-3 résume les risques engendrés par les différents aléas/effets selon le scénario faible.

Tableau 9-3 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) - scénario faible

| <i>Indicateur</i> | Scénario faible | | |
|---|--|---|--|
| | <i>Aléa / Effet</i> Crues et orages | Sécheresse générale et vagues de chaleur | Modification du régime des précipitations et de la température moyenne |
| Produits | 0 | 0 | 0 |
| Charges | 0 | -1 | -1 |
| Dommages matériels et charges associées à la maîtrise | -1 | -1 | -1 |
| Canton JU | 0 | -1 | -1 |

Crues et orages : La catégorie 0 attribuée aux Produits s'explique par une probabilité de nettoyage des canalisations et d'amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau jugée neutre. La catégorie 0 attribuée aux Charges s'explique par une probabilité d'investissements pour la cartographie des dangers (inondations, crues) et l'entretien des ouvrages de protection contre les crues jugée neutre. La catégorie -1 attribuée aux Dommages matériels s'explique par des débordements et inondations probables causant des dégâts aux infrastructures.

Sécheresse générale et vagues de chaleur : La catégorie 0 attribuée aux Produit s'explique par une probabilité de diminution de fréquence de déversements et d'augmentation de l'efficacité de nitrification (meilleur fonctionnement des installations d'assainissement) jugée neutre. La catégorie -1 attribuée aux Charges s'explique par une nécessité probable d'investissements pour l'interconnexion entre les réseaux de distribution. La catégorie -1 attribuée aux Dommages matériels et charges associées à la maîtrise s'explique par le transport occasionnel d'urgence d'eau potable.

Modification des précipitations et de la température moyenne : La catégorie 0 attribuée aux Produit s'explique par la probabilité d'augmentation des bénéfices pour la faune aquatique (amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau) jugée neutre. La catégorie -1 attribuée aux Charges s'explique par la probable diminution des stocks d'eaux souterraines l'été et les conflits d'usage en découlant. La catégorie -1 attribuée aux Dommages matériels s'explique par l'augmentation saisonnière probable des débits (crues extrêmes et inondations) pouvant causer des dommages aux infrastructures.

Globalement, nous estimons que le domaine de la gestion des eaux sera impacté de manière plutôt négative par les changements climatiques dans le canton du Jura (catégorie d'impact -1) selon le scénario climatique faible.

9.3.2 Scénario fort

Le Tableau 9-4 résume les risques engendrés par les différents aléas/effets selon le scénario fort. Ces risques sont similaires à ceux présentés au point précédent, mais leur ampleur est légèrement plus importante, notamment au niveau en ce qui concerne les effets des vagues de chaleur et des sécheresses généralisées.

Tableau 9-4 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le tableau 3-2) – scénario fort

| <i>Indicateur</i> | Scénario fort | | |
|---|--|--|--|
| | <i>Aléa / Effet</i> Crues et orages | Sécheresse générale et vagues de chaleur | Modification du régime des précipitations et de la température moyenne |
| Produits | +1 | 0 | 0 |
| Charges | -1 | -2 | -1 |
| Dommages matériels et charges associées à la maîtrise | -1 | -2 | -2 |
| Canton JU | -1 | -2 | -1 |

Crues et orages : La catégorie +1 attribuée aux Produits s'explique par le nettoyage des canalisations et l'amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau jugés probables dans un scénario fort. La catégorie -1 attribuée aux Charges s'explique par des investissements pour la cartographie des dangers et l'entretien des ouvrages de protection contre les crues. La catégorie -1 attribuée aux Dommages matériels s'explique par des débordements et inondations probables causant des dégâts aux infrastructures.

Sécheresse générale et vagues de chaleur : La catégorie 0 attribuée aux Produit s'explique par les probabilités de diminution de fréquence de déversements et d'augmentation de l'efficacité de nitrification (meilleur fonctionnement des installations d'assainissement) jugées faibles. La catégorie -2 attribuée aux Charges s'explique par une nécessité d'investissements pour l'interconnexion entre les réseaux de distribution. La catégorie -2 attribuée aux Dommages matériels et charges associées à la maîtrise s'explique par le transport fréquent d'urgence d'eau potable.

Modification des précipitations et de la température moyenne : La catégorie 0 attribuée aux Produit s'explique par la probabilité d'augmentation des bénéfices pour la faune aquatique (amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau) jugée neutre. La catégorie -1 attribuée aux Charges s'explique par la probable diminution des stocks d'eaux souterraines l'été et les conflits d'usage en découlant. La catégorie -2 attribuée aux Dommages matériels s'explique par l'augmentation saisonnière fortement probable des débits (crues extrêmes et inondations) pouvant causer des dommages aux infrastructures.

Globalement, nous estimons que le domaine de la gestion des eaux sera impacté négativement par les changements climatiques dans le canton du Jura (catégorie d'impact -2) selon le scénario climatique fort.

9.3.3 Incertitudes

Les incertitudes liées aux changements climatiques ont été classées dans la catégorie C. Ce qui signifie que le classement de l'impact est plausible mais pourrait également être classé dans la catégorie supérieure ou inférieure.

9.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La Figure 9-4 représente les liens avec les différents champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques. Les impacts mis en avant dans cette analyse du risque concordent avec les champs d'action de la stratégie d'adaptation. Il s'agit tant de la protection qualitative que quantitative des eaux (souterraines et superficielles). Les différents usages de l'eau, tels que l'irrigation, l'approvisionnement des ménages ou encore l'eau en tant que milieu naturel par exemple sont pris en compte dans la stratégie.

Dans le cas du Jura, les mesures principales devront se concentrer en particulier sur la réfection des réseaux de distribution (40% de pertes d'eau en moyenne, PSEaux 2012), la mise en réseau de l'approvisionnement en eau permettant l'utilisation d'une ressource alternative en cas de pénurie, de pollution ou de problème technique, la mise en place d'un système de rationnement en cas de sécheresse ainsi que sur la protection des eaux souterraines.

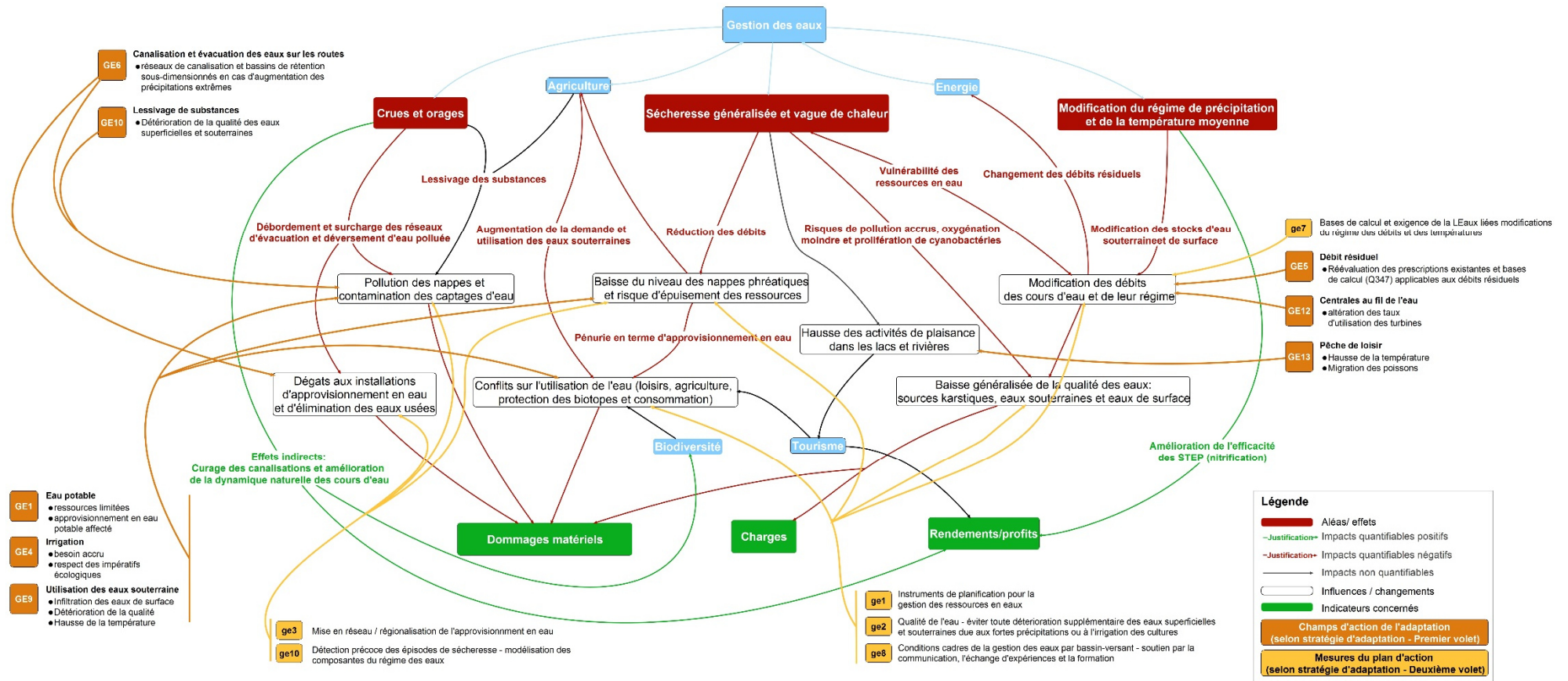


Figure 9-4 Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral

9.5 Impacts du scénario socio-économique

L'évolution de la population dans le canton du Jura a été estimée à environ + 2.5 % entre 2010 et 2035 par l'Office Fédéral de la Statistique (OFS, 2011); de même qu'entre 0 et + 8 % entre 2010 et 2030 (CEAT, 2010). Une hausse relativement faible de la population jurassienne est donc à prévoir.

Malgré cette faible hausse, certaines zones boisées pourraient devenir convoitées par l'agriculture. Actuellement au Jura, plus de 50% des sols situés sur des aquifères sont couverts par des forêts. Un changement d'utilisation des sols pourrait avoir des répercussions particulièrement importantes sur la durabilité des réserves en eau souterraine (PNR 61, 2015). Le Plan Sectoriel des Eaux prévoit dans son Objectif 1 de préserver les eaux souterraines par des zones de protection adéquates, de façon à ce que les restrictions d'usage en milieu karstique soient respectées.

L'interconnexion des réseaux de distribution jurassiens d'eau pourrait être associée à des coûts importants. Actuellement, les coûts annuels de gestion des eaux dans le canton du Jura sont estimés à 23'100 KF (2012) au total, incluant 14'800 KF pour l'eau potable et 8'400 KF pour les eaux usées. Les revenus annuels générés sont estimés à 25'800 KF au total, incluant 16'650 KF pour la fourniture d'eau potable, 217 KF pour l'utilisation des eaux souterraines et 8'915 KF pour l'assainissement des eaux usées. Tant les coûts que les revenus annuels sont actuellement insuffisants pour maintenir à long terme la valeur des installations estimée à 1'660'000 KF (1,6 milliard) au total, incluant 1'000'000 KF pour les installations d'eaux usées et 660'000 KF pour l'eau potable.

En conclusion, les développements socio-économiques risquent d'avoir un impact plus grand sur la gestion des eaux que le changement climatique. Le développement urbain, les prix associés aux infrastructures, les subventions aux produits agricoles, les réglementations en matière de prélèvement d'eau et la réalisation du Plan Sectoriel Eaux pourraient par exemple constituer des facteurs déterminants (PNR 61, 2015 ; PsEaux, 2012) dans le domaine de la gestion des eaux.

9.6 Références

- Office fédéral de l'environnement OFEV (2012), Impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau. Rapport de synthèse du projet « Changement climatique et hydrologie en Suisse » (CCHydro)
- Comité de direction du PNR 61 (2015) « Gestion durable de l'eau en Suisse » : le PNR 61 montre les voies à suivre pour l'avenir. Synthèse globale dans le cadre du Programme national de recherche « Gestion durable de l'eau » (PNR 61)
- Organe consultatif sur les changements climatiques OcCC (2007) « Les changements climatiques et la Suisse en 2050 » ; Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie (OcCC, ProClim-)
- Office fédéral de la statistique OFS (2011), Communiqué de presse « Scénarios de l'évolution de la population des cantons de 2010 à 2035 », Une croissance démographique pour l'ensemble des cantons lors des 25 prochaines années (OFS)
- Office fédéral de la météorologie et de la climatologie MétéoSuisse (2013) « Scénarios climatiques Suisse – un aperçu régional », rapport technique no.243 (MétéoSuisse)
- Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux SSIGE (2015), « Pour un approvisionnement en eau potable sûr et durable », Rapport de branche des distributeurs d'eau suisses (SVGW / SSIGE / SSIGA)
- Office fédéral de l'Environnement (2009) Résultats de l'observatoire national des eaux souterraines (NAQUA) – État et évolution de 2004 à 2006. État de l'environnement no. 0903 (OFEV)
- Site Web de la République et Canton du Jura, Sections Eaux – Eau potable, Document « Approvisionnement en eau potable », visité le 5 novembre 2015, <http://www.jura.ch/DEE/ENV/Eaux/Eau-potable.html>
- Site Web de la République et Canton du Jura, Sections Eaux – Eaux souterraines, Document « Protection des Eaux souterraines », visité le 5 novembre 2015, <http://www.jura.ch/DEE/ENV/Eaux/Eau-potable.html>
- République et Canton du Jura, Département de l'environnement et de l'Équipement (2012) « Plan Sectoriel des Eaux » Principes et Objectifs(PSEaux) Communauté d'études pour l'aménagement du territoire (2010) « Réflexions sur l'avenir démographique du Canton du Jura » sur le mandat du Service de l'aménagement du territoire (CEAT)
- geo7 (2014), Klimasensitivität Naturgefahren, Teil 1: Methodenbericht Alpen, Voralpen und Südschweiz, Bundesamt für Umwelt, Bern.

10. Tourisme

Les documents principalement utilisés dans le cadre du chapitre consacré au domaine d'impact Tourisme et concernant le Jura (canton et région) sont :

- Le concept touristique global – Masterplan Jura & Trois Lacs 2014 (J3L 2014),
- Les statistiques fédérales 2014 (OFS 2014),
- Les chiffres de la fondation inter jurassienne pour la statistique 2014 (FISTAT 2014),
- L'étude « Changements climatiques. Quel avenir pour les destinations touristiques des Alpes et du Jura vaudois ? » (2013), de Gaëlle Serquet et Martine Rebetez.

Lorsque les données relatives au canton du Jura sont disponibles, elles sont mises en évidence dans ce chapitre, sinon, des données globales sont utilisées (région jurassienne incluant plusieurs cantons ou similitudes avec le Jura vaudois). Certaines informations reflètent essentiellement l'avis d'experts contactés dans le cadre de cette étude (office du tourisme, remontées mécaniques).

Nous n'avons ici pas analysé en détail l'influence des changements climatiques sur le tourisme dans les régions de plaines jurassiennes. Les résultats de l'étude de cas du canton d'Argovie (EBP/WSL/SLF, 2013b) (représentant la grande région géographique qu'est le Plateau) peuvent être transposés à cette partie du canton du Jura (Ajoie, vallée de Delémont). Or il avait été conclu que l'évolution des divers paramètres climatiques n'aurait que peu d'impact sur les activités touristiques puisque l'excursionnisme représente une part importante de celles-ci. Nous estimons donc que, dans le canton du Jura, le tourisme de plaine sera bien moins touché par l'évolution climatique que le tourisme des Franches-Montagnes ou de la vallée du Doubs qui sont identifiées comme étant les zones les plus sensibles aux changements climatiques.

10.1 Paramètres de base

La région Jura & Trois-Lacs est l'une des 14 régions touristiques reconnues sur le plan national par la Fédération suisse du Tourisme. Au niveau touristique, le canton est principalement connu pour les Franches-Montagnes et le Clos du Doubs. Le tourisme pratiqué est essentiellement axé sur les sports d'extérieur et le contact avec la nature. La grande majorité des touristes ne dorment pas sur place, ils sont qualifiés d'excursionnistes (J3L 2014), contrairement aux touristes qui eux, passent au moins une nuitée dans un établissement touristique.

En 2013, le canton du Jura comptait 74 établissements hôteliers qui comptabilisaient 107'315 nuitées (FISTAT 2014). 80.5% de ces nuitées étaient réalisées par des hôtes provenant de Suisse, le reste par des hôtes de l'étranger (19.5%) (OFS 2014). Parallèlement, 235'406 nuitées étaient enregistrées en parahôtellerie (chambres d'hôtes, hébergements collectifs, aventure sur la paille, campings) (FISTAT 2014).

Dans le canton du Jura, les hôtes étrangers proviennent en majorité de France pour 36,7% et d'Allemagne (22%), puis d'autres pays européens (Italie : 7.2%, Belgique : 4.8%, Royaume-Uni : 4.5%, Espagne : 3.6%) (OFS 2014).

Tableau 10-1 Pays d'origine des touristes étrangers se rendant dans le canton du Jura (extrait). (OFS 2014)

| | Jura | | |
|-----------------------|---------------|----------------|------------|
| | Arrivés | Nuitées | Durée |
| Total | 65 257 | 105 731 | 1.6 |
| Pays d'origine | | | |
| Suisse | 55 507 | 85 174 | 1.5 |
| Allemagne | 2 143 | 4 509 | 2.1 |
| France | 3 582 | 5 930 | 1.7 |
| Italie | 704 | 1 279 | 1.8 |
| Belgique | 467 | 1 045 | 2.2 |

La majorité des touristes viennent dans le canton du Jura pendant les mois estivaux (juillet – août sont les mois comptabilisant le plus de nuitées, voir graphique ci-dessous) alors que les mois les moins fréquentés sont ceux de novembre à mars. Il n'existe en effet pas de lien fort entre activités de sports d'hiver et nuitées hôtelières et para hôtelière. Une des raisons invoquées par l'office du tourisme est que les touristes hivernaux sont pour la plupart des excursionnistes provenant des grands bassins de population se situant à moins de deux heures en voiture.

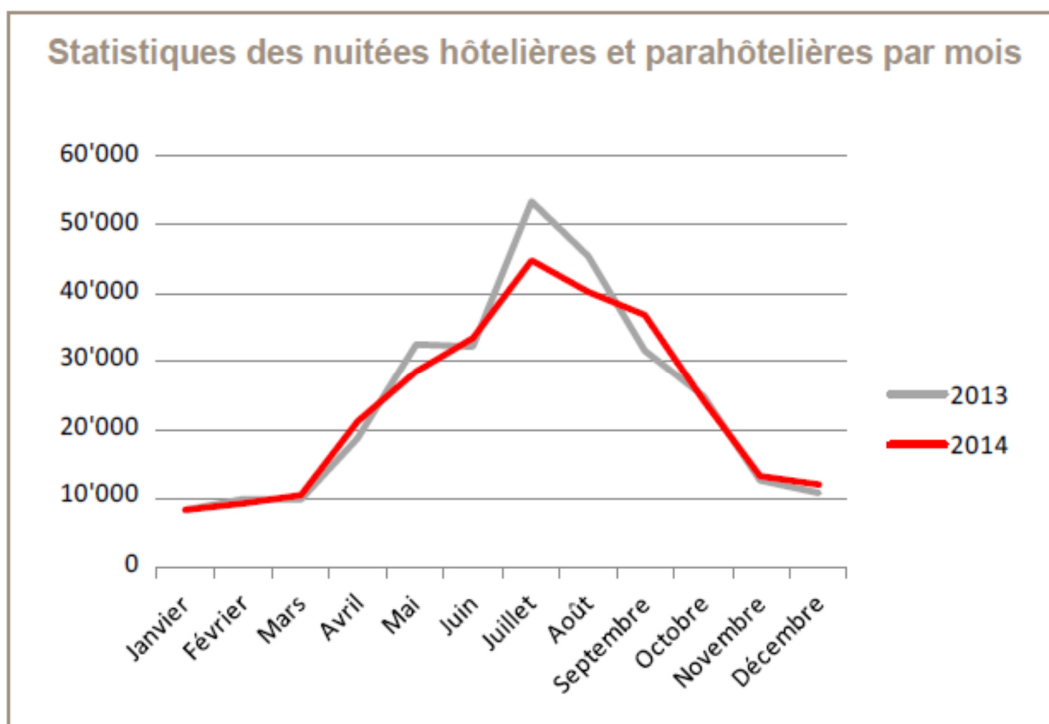


Figure 10-1 Évolution des nuitées hôtelières et para hôtelières par mois (source Jura tourisme)

CSDINGENIEURS+

Les données exactes de la provenance des touristes suisses n'est pas disponible, par contre, les statistiques de la fréquentation du site internet « juratourisme.ch » permet de mettre en évidence les cantons d'origine des internautes. Il ressort que le canton de Zürich, Berne, Neuchâtel et Vaud sont en tête de liste avec respectivement 22, 17, 9 et 8% des internautes. Ensuite, viennent les cantons du Jura, de Genève et de Bâle ville (entre 7 et 5%)²¹.

La proximité des zones urbaines est un des facteurs pouvant en effet expliquer l'importance de l'excursionnisme. Le canton du Jura est atteignable en moins de deux heures depuis les grandes agglomérations de Suisse (2 :00 sont nécessaires pour aller de Genève à Delémont, 1 :30 de Zurich à Delémont).

Les touristes, quant à eux, ne restent dans le canton que pour des courts séjours de 1.6 jours en moyenne (OFS 2014) ce qui est en-dessous de la moyenne Suisse qui se trouve aux alentours de 2,1 nuits (OFS 2014). Ce taux est considéré comme trop faible et mis en évidence dans le Masterplan de Jura Trois Lacs (J3L 2014).

Le tourisme du massif jurassien n'est pas considéré comme un tourisme hivernal étant donné que la plupart des bénéficiaires actuels sont effectués en été et que cette région est déjà souvent confrontée au manque de neige (Rebetez). Les remontées mécaniques des Breuleux et des Genevez attirent essentiellement un public local, par exemple des débutants souhaitant s'initier à la pratique du ski sur des pentes douces ou des familles avec des enfants en bas âge qui souhaitent également profiter de la faible déclivité des pistes et de la petite taille des stations²². Le ski de fond, quant à lui, est également très populaire dans le Jura, mais d'autres activités, non liées à un domaine skiable se sont développées ces dernières années. Parmi elles, on trouve notamment les randonnées hivernales (avec et sans raquettes à neige), les ballades en chiens de traîneaux ou le ski attelé par un cheval aussi appelé ski joëring. Les activités en salle comme le patinage sont également prisées par les touristes et excursionnistes en hiver.

Le tourisme estival offre de nombreuses possibilités, dont celle de découvrir les montagnes jurassiennes et leurs paysages particuliers. Le touriste a également la possibilité de partir à la découverte du clos du Doubs et de profiter des sports de rivière comme le canoë. Chaque année, environ 100'000 personnes visitent l'étang de Gruère (Etude tourisme 2012), une réserve naturelle de 120 hectares. Le canton compte également un parc naturel régional, celui du Doubs, reconnu d'importance nationale. Il s'étend du plateau jurassien aux rives abruptes du Doubs.

Autre atout important de la région : le cheval. Beaucoup d'activités autour de la race des Franches-Montagnes, unique race d'origine helvétique, sont recensées : sorties sportives au galop, balades tranquilles et balades en roulotte (J3L 2014). Il existe également des itinéraires équestres hivernaux, cette activité est donc également pratiquée en hiver (avec ou sans présence de neige). Sans oublier le marché-concours national de chevaux qui a lieu chaque année à Saignelégier le deuxième week-end du mois d'août. C'est la plus importante manifestation de la région permettant de drainer 40'000 à 60'000 personnes par année²³ et de remplir les hébergements durant deux jours. Le succès de cet événement est toutefois largement tributaire des conditions météorologiques.

Le monde de l'horlogerie est également un but touristique pour tout l'arc jurassien. Il contribue fortement au tourisme d'affaire et culturel dans la région. Il existe plusieurs musées et visites thématiques à pied ou en train (Le train des horlogers passe par les Franches-Montagnes). Ce secteur industriel lié au tourisme n'est pas directement influencé par les changements climatiques.

²¹ Données transmises par Jura Tourisme dans le cadre de cette étude de cas.

²² Idem

²³ Données transmises par Jura Tourisme dans le cadre de cette étude de cas.

10.2 Impacts liés aux changements climatiques

Le tourisme de plein air est considéré comme étant très sensible aux évolutions du climat. Les effets et aléas liés aux changements climatiques ainsi que leurs impacts dans le domaine touristique sont listés dans le tableau ci-dessous. Les différents aléas/effets sont fortement liés à la modification de la température moyenne, la modification du régime des précipitations ainsi que la réduction du manteau neigeux.

Certains aléas/effets ont des conséquences très différentes selon les saisons. De manière générale, la durée de la saison hivernale tendant à se raccourcir, les changements climatiques représenteront probablement une opportunité pour la saison estivale et les mois de printemps et d'automne. Les impacts de certains aléas/effets seront donc parfois analysés de manière différenciée selon les saisons.

Tableau 10-2 Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine du tourisme dans le canton du Jura (analysés qualitativement)

| Aléa / effet | Évaluation qualitative |
|---|--|
| Modification du régime des précipitations | <ul style="list-style-type: none"> • Opportunité pour le tourisme estival et d'intersaison. |
| Crues | <ul style="list-style-type: none"> • Influence les activités pratiquées en rivière, notamment le canoë sur le Doubs. • Dommages aux bâtiments et infrastructures, notamment aux sentiers pédestres et de VTT. |
| Vagues de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> • Attrait renforcé des zones d'altitude pour leur climat plus frais. |
| Réduction du manteau neigeux | <ul style="list-style-type: none"> • Remise en question de la viabilité des domaines skiables. • Diversification des activités touristiques. |
| Modification de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> • Réorientation du tourisme hivernal vers d'autres activités, diversification des activités touristiques. • Opportunité pour le tourisme de printemps et d'automne. |
| Laves torrentielles, glissements de terrain, etc. | <ul style="list-style-type: none"> • Dommages aux bâtiments et infrastructures, notamment aux sentiers pédestres et de VTT. |
| Tempête / ouragan | <ul style="list-style-type: none"> • Dommages aux bâtiments et infrastructures, notamment aux sentiers pédestres et de VTT. |

La figure ci-dessous schématise les interactions entre les différents aléas/effets et leurs impacts sur les activités touristiques dans le Jura. En gras figurent les aléas et effets les plus importants.

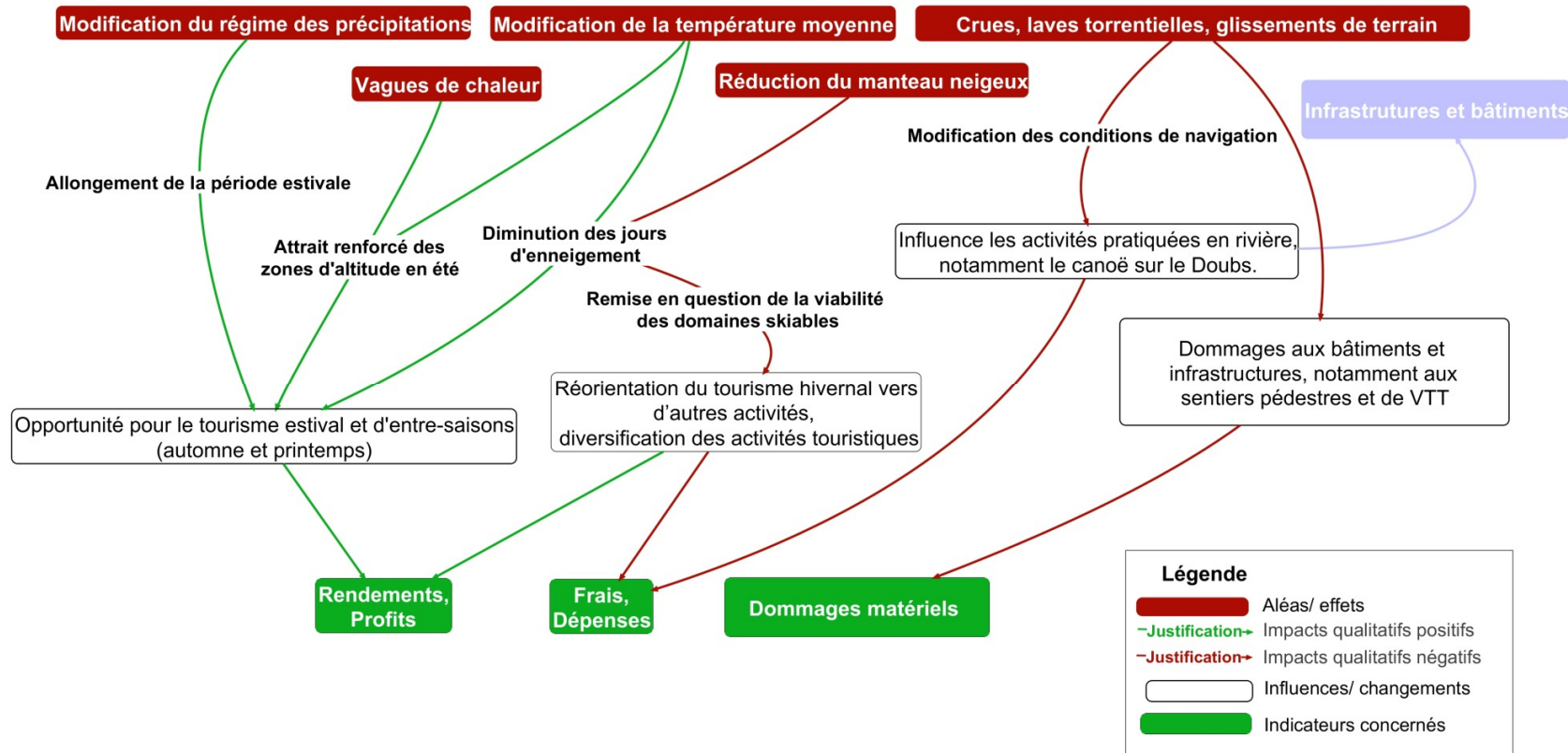


Figure 10-2 Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude

10.2.1 Impacts de la modification du régime des précipitations

De manière générale, la Suisse est sujette à de grandes variabilités de la météo d'une année à l'autre, des changements rapides et importants peuvent survenir tous les trois jours où l'on passe d'un temps ensoleillé à un temps pluvieux et vice-versa (WSL Serquet & Rebetez 2013). Actuellement, le climat jurassien est caractérisé par des précipitations importantes, une des causes principales étant l'effet barrière de la chaîne du Jura face aux systèmes météorologiques provenant de l'Atlantique (MétéoSuisse 2013). Les prévisions climatiques en matière de précipitations sont difficiles à modéliser car elles sont soumises à de grandes incertitudes (voir également chapitre 3.1). De plus, certains phénomènes tels que les orages, la grêle ou les tempêtes ne possèdent aucune prévision fiable étant donné qu'ils se passent à des échelles trop petites pour les modélisations actuelles (MétéoSuisse 2013).

Les données actuelles montrent une répartition homogène des précipitations durant l'année, soit en moyenne entre 100 et 140 mm d'eau par mois dans le canton du Jura (MétéoSuisse 2013). En termes de jour de pluie, l'automne semble être la période la moins arrosée (WSL Serquet & Rebetez 2013). Le printemps, quant à lui, compte un grand nombre de jours de précipitation et l'été est surtout sujet aux orages en soirée ou au moins à un moment de la journée. Ce fort taux de précipitations ainsi que la nébulosité induite par les reliefs sont défavorables aux activités en plein air et donc à la majorité des activités touristiques proposées dans le Jura. Les saisons les plus sujettes à ces phénomènes sont l'été et le printemps. Par contre, le bon ensoleillement hivernal en comparaison aux zones de plaine qui sont plus fréquemment sous les stratus en fait une destination intéressante (WSL Serquet & Rebetez 2013).

- *Scénario faible* : D'après les prévisions du scénario à faible amplitude, seule une baisse des précipitations de l'ordre de 0 à -15% est envisagée à l'horizon 2060 durant l'été. Les autres saisons devraient rester stables en termes de précipitation (MétéoSuisse 2013). Les précipitations seront donc très semblables d'après les connaissances actuelles. Aucun risque ou opportunité majeurs ne sont attendus pour ce scénario et cet effet des changements climatiques.
- *Scénario fort* : Dans ce scénario, on s'attend à avoir plus de jours sans pluie durant l'été avec une baisse des précipitations de l'ordre de -15 à -25% et un allongement de la saison estivale sous forme d'« été indien ». En effet, l'automne sera vraisemblablement encore plus attractif qu'il ne l'est déjà actuellement avec une diminution des précipitations de l'ordre de -14 à -19%²⁴. Les offres touristiques en plein air pourraient donc se développer pendant cette saison, ce qui est une opportunité significative pour le secteur touristique.

A l'inverse, les mois de printemps seront plus humides, avec un taux de précipitation qui augmentera de l'ordre de +11 à +17%²⁵. Cette saison risque de plus souffrir des changements que les autres saisons.

Les précipitations hivernales quant à elles resteront relativement stables par rapport à la situation actuelle et les variations entre le scénario faible et forte amplitude sont pour cette saison très similaires (MétéoSuisse 2013). La forme sous laquelle tomberont ces précipitations en hiver est traitée sous le point *Réduction du manteau neigeux* (ci-dessous). Nous considérons que les impacts de la modification du régime des précipitations en hiver sont reliés et donc similaires à ceux de la réduction du manteau neigeux.

²⁴ Scénario forte amplitude (moyenne 2045-2074) (Δ par rapport à état actuel, en %), données transmises par MétéoSuisse dans le cadre de cette étude.

²⁵ Scénario forte amplitude (moyenne 2045-2074) (Δ par rapport à état actuel, en %), données transmises par MétéoSuisse dans le cadre de cette étude.

Attrait renforcé pour les mois d'automne

Le climat et surtout la pluviosité est un facteur important de choix lors de la planification d'un séjour (WSL Serquet & Rebetez 2013). D'après l'étude du WSL portant sur la région du Jura vaudois, la saison avec le plus de potentiel est surtout l'automne étant donné son taux déjà bas de précipitation et l'évolution probable du régime des pluies. Compte tenu des similarités géographiques, cette interprétation peut être extrapolée au canton du Jura. En résumé, la modification du régime des précipitations profitera surtout au tourisme estival et automnal étant donné la diminution des précipitations attendues durant ces périodes de l'année. Ces changements favoriseront les activités proposées en plein air telles que les randonnées et la découverte des sites protégés (réserves naturelles et parc régional).

Réduction du manteau neigeux

Aux températures actuelles (2000), on considère que l'enneigement naturel est assuré dès 1'200 m, les stations qui ont certaines ou toutes leurs pistes en-dessous de ce seuil sont déjà en difficulté (WSL Serquet & Rebetez 2013). Le plateau Franc-montagnard étant situé à une altitude de 1'000 mètres environ, on peut considérer que les deux stations de ski (Les Breuleux, les Genevez) et les pistes de ski de fond jurassiennes sont donc sous la menace du manque de neige. La station de ski des Breuleux fonctionne actuellement avec 11 équivalents plein temps²⁶, celle des Genevez fonctionne sur la base du bénévolat.

L'augmentation des températures moyennes va provoquer la remontée de la limite pluie-neige d'environ 150 mètres par degré de réchauffement (OFEV, 2012). Le scénario faible amplitude prévoyant une augmentation de la température moyenne hivernale de 1.1°C et le scénario forte amplitude de presque 3.5°C d'ici à 2060, une remontée théorique de la limite pluie-neige de 200 à 250 mètres, respectivement 450 à 500 mètres en moyenne sont attendus²⁷.

Le maintien d'un manteau neigeux de qualité est également dépendant du nombre de jours avec précipitations neigeuses. Or ce type de journée se fera de plus en plus rare. On en compte 41 de nos jours dans les Franches-Montagnes, entre 800 et 1'200 mètres. Selon le scénario faible amplitude, on n'en comptera plus que 30 en 2060, et 24 selon le scénario fort.

La remontée du manteau neigeux et la diminution du nombre de journées avec précipitations neigeuses représentent certes une diminution de la sécurité d'enneigement des pistes de ski ou de randonnées en raquettes et par conséquent une réduction de leur période d'exploitation, mais ces risques sont déjà d'actualité et connus des exploitants et du secteur touristique jurassien. D'après l'office du tourisme, le public visé étant essentiellement excursionniste, la communication hivernale est une communication d'opportunité et de dernière minute qui tient compte des conditions d'enneigement. Ce mode de communication tendra à perdurer tant que des périodes de neige se maintiendront. Les stations de ski ont vu la durée de leur saison diminuer et doivent actuellement compter sur une cinquantaine de jours d'enneigement par année. Elles doivent donc concentrer leur offre sur une période plus courte. De nouvelles offres se sont développées ces dernières années, notamment l'airboard (luge gonflable) et cette tendance à la nouveauté augmentera encore ces prochaines années²⁸, de pair avec une meilleure communication de l'offre.

À ce jour, il n'y a pas d'enneigement artificiel dans le Jura, mais cette pratique n'est vraisemblablement pas une option économiquement supportable pour la branche. En effet, en raison de la faible altitude, le manque de neige peut difficilement être comblé par la production de neige artificielle car plusieurs conditions météorologiques doivent être réunies afin de produire une neige de qualité (température

²⁶ Information obtenue par Jacques-André Aubry, président du Télési des Breuleux

²⁷ MétéoSuisse, Zukünftige Änderungen von Schneewasseräquivalent und Schneegrenze im Kanton Jura – Sven Koltarski 10.11.2015

²⁸ Jacques-André Aubry, président du Télési des Breuleux

extérieure inférieure à -2°C). Or ces conditions se feront toujours plus rares avec le réchauffement du climat. De telles installations représentent de plus un coût financier important. A titre d'exemple, l'enneigement d'un kilomètre de piste (ski alpin) coûte en moyenne 60'000 francs par an et le coût des investissements pour l'installation de matériel d'enneigement technique s'élève actuellement à environ 1 million de francs par kilomètre (Remontées Mécaniques Suisses, 2014).

Bien que le ski et le ski de fond soient pratiqués dans le Jura, ces activités ne sont pas les plus rentables pour la branche du tourisme car elles n'entraînent pas d'augmentation notable des nuitées. Les bénéfices engendrés par les abonnements de ski et de ski de fond ne représentent également pas des sommes importantes sur la totalité du chiffre d'affaire mais restent primordiaux pour les deux stations de ski concernées.

La région des Franches-Montagnes devra donc continuer à développer des alternatives au tourisme de neige, comme elle le fait déjà. Les activités liées à la neige pourront cependant perdurer jusqu'en 2060 en tout cas (MétéoSuisse 2013). Ces activités incluent par exemple les ballades en raquettes à neige, en chiens de traîneau, ou simplement, les marches dans la neige.

- *Scénario faible et fort* : La remontée de la limite pluie neige de respectivement 200 à 250 mètres pour le scénario de faible amplitude et de 450 à 500 mètres pour le scénario de forte amplitude entraînera dans les deux cas de figure une diminution de la sécurité d'enneigement des pistes de ski ou de randonnées en raquettes et par conséquent une réduction de leur période d'exploitation. Ce risque étant déjà d'actualité, le mode de fonctionnement du tourisme hivernal est déjà basé sur une communication de « dernière minute ». Les risques liés aux changements climatiques dans ce contexte précis sont donc relativement faibles étant donné que le tourisme jurassien est surtout un tourisme estival.

10.2.2 Impacts de la modification de la température moyenne et vagues de chaleur

Plus que l'augmentation moyenne des températures, c'est l'augmentation des extrêmes de température (journées caniculaires) qui pourrait avoir un impact sur la fréquentation touristique, c'est pourquoi la thématique des vagues de chaleur est traitée conjointement avec celle de l'augmentation de la température moyenne.

L'accroissement de la fréquence des vagues de chaleur et des températures estivales en plaine renforce l'attrait des visiteurs pour les régions situées en altitude qui seront donc plus « fraîches » que les régions de plaine (SAB, 2010).

Les températures de la région du Jura sont, en hiver, de manière générale plus favorables qu'en haute montagne où il peut faire trop froid pour rester longtemps en extérieur et en été plus favorable qu'en plaine lors de canicules (les températures restent plus agréables au-dessus de 1'000m) (WSL Serquet & Rebetez 2013). On dénombre actuellement 33 jours d'été²⁹ entre 500 et 800 m dans l'arc jurassien et 13 entre 800 et 1'200m. Selon le scénario faible amplitude, on en dénombre 58 entre 500 et 800 m en 2060, respectivement 32 entre 800 et 1'200m. En plaine (entre 400 et 500 m), les jours d'été passeront de 45 à 72 en moyenne pour le scénario faible, soit plus du double des jours d'été qui seront enregistrés dans le Jura entre 800 et 1'200 m. Ces chiffres mettent en évidence l'attractivité des zones de montagne pendant les périodes estivales futures. Le Jura bénéficiera donc d'un allongement des conditions favorables à la pratique d'activités en plein air durant l'automne et le printemps comme mentionné au chapitre précédent, mais sera également de plus en plus perçu comme un îlot de fraîcheur (WSL Serquet & Rebetez 2013) se trouvant de surcroît proche de grands bassins de population.

²⁹ Jour où la température dépasse 25°C à 2m du sol

Les conditions météorologiques (surtout le taux d'ensoleillement et la température en automne) sont les facteurs les plus importants dans le choix des touristes pour des séjours de courtes durées non planifiés à l'avance et qui ont lieu à l'intersaison (printemps-automne) (WSL Serquet & Rebetez 2013). En se basant sur ces résultats d'études existantes, nous pouvons avancer qu'un nombre accru de visiteurs mènera vraisemblablement à l'augmentation du nombre de nuitées ainsi que des apports financiers des activités liées de près ou de loin au tourisme (activités sportives et commerces par exemple). Les remontées mécaniques du canton ne comptant que des téléskis, il sera difficile de profiter de cette augmentation du nombre de visiteurs, contrairement aux remontées mécaniques situées dans les Préalpes qui comptent de nombreux télésièges et télécabines pouvant transporter les randonneurs.

Ces hypothèses d'augmentation du nombre de touristes ont pu être vérifiées lors de l'été chaud de 2015 en comparaison avec l'été 2014 (mois de juillet très pluvieux). Les chiffres ci-dessous ont été transmis par Jura Tourisme au début de l'automne 2015 et montrent une nette augmentation du nombre de nuitées ainsi que de la fréquentation de l'étang de la Gruère.

Tableau 10-3 Données fournies par Jura Tourisme concernant l'été 2015 en comparaison avec l'été 2014

| Données récoltées durant l'été 2015 | % par rapport à l'été 2014 |
|---|--|
| Nuitées hôtelières | + 4,2% pour le mois de juillet |
| Nuitées dans les campings | + 42,1% |
| Fréquentation du site internet de Jura Tourisme | + 33% pour les mois de juillet et août |
| Fréquentation des bureaux d'accueil de JT | + 7 % pour les mois de juillet et août |
| Passages à l'Etang de la Gruère | + 23% pour les mois de juillet et août |

Par ailleurs, comparativement entre les différentes régions du canton, il y a eu plus de monde dans les Franches-Montagnes à cause de leur relative fraîcheur que dans les villes de Porrentruy ou Delémont³⁰.

- *Scénario faible et fort* : Sur la base de ce qui s'est passé entre 2014 et 2015, Jura Tourisme s'attend à l'avenir à une augmentation de 5'000 à 10'000 nuitées pour les mois de juillet et août, ce qui représente entre 1,5% et 3% des nuitées annuelles. Les visiteurs pourraient donc être toujours plus nombreux dans les Franches-Montagnes et le Clos du Doubs pendant la saison estivale. Une différenciation entre le scénario de faible et de forte amplitude n'est pas possible sur la base des données existantes, il s'agit là d'une estimation basée sur l'expérience faite en 2015 par rapport à 2014.

10.2.3 Impacts des dangers naturels (crues, glissements de terrain, etc.)

D'après le rapport de Geo 7 (Mani, P. & Caduff, U. 2015), une recrudescence des événements de coulées de boues et de crues est à attendre dans l'arc jurassien pour le scénario faible et forte amplitude. Par contre, les chutes de pierres et les éboulements rocheux se feront plus rares.

Les dangers naturels tels que les coulées de boues et les crues peuvent endommager les infrastructures et bâtiments à usage touristique. Dans le domaine touristique de la région jurassienne, ce sont particulièrement les chemins pédestres et de VTT qui sont vulnérables à l'occurrence de tels événements. A ces occasions, l'accès aux pôles touristiques pourrait donc également être entravé. Les crues entraînent de manière générale des restrictions de navigation sur le Doubs et empêchent les activités nautiques (canoë) (remarque : également le cas en conditions d'étiage sévère - la navigation est interdite sur le Doubs au-dessous d'un débit de 6 m³/s).

³⁰ Données transmises par Jura Tourisme dans le cadre de cette étude de cas.

L'évaluation du coût des dommages aux bâtiments et infrastructures est présentée dans le chapitre « Infrastructures et bâtiments ».

Le manque à gagner engendré par ces événements n'a pas fait l'objet d'étude ciblée. Le rapport méthodologique (Mani, P. & Caduff, U. 2015) met en avant l'incertitude des données liées aux régimes des précipitations comme cela est le cas pour les crues. Il est donc délicat de donner un ordre de grandeur sur l'occurrence et l'ampleur de ces événements futurs.

Globalement, l'impact des dangers naturels dans le domaine du tourisme est jugé neutre pour les deux scénarios climatiques étudiés. L'incertitude est jugée grande, étant donné le manque de données actuelles sur la modification du régime des précipitations et du fait que certains dangers diminueront alors que d'autres augmenteront.

10.3 Evaluation des impacts

L'indicateur disponible est le nombre de nuitées en hôtellerie et parahôtellerie. Cet indicateur permet également d'identifier la provenance des touristes, par contre, il est difficile d'identifier le nombre d'excursionnistes et leur provenance. Les statistiques disponibles pour évaluer la provenance de ces derniers proviennent ici de la fréquentation du site internet de Jura Tourisme et qui n'est pas un indicateur au sens strict du terme, mais reflète une tendance.

10.3.1 Risques actuels

L'analyse des différents risques et opportunités dans le domaine du tourisme a montré que ce sont principalement la modification des températures moyennes et la modification du régime des précipitations dont la diminution du manteau neigeux qui auront un impact sur le tourisme jurassien (surtout sur le nombre d'excursionnistes). Les risques actuels sont également liés à ces aléas/effets identifiés et constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs, ils sont jugés neutre pour l'état actuel. L'incertitude sur les risques actuels est classée comme étant très faible (A) étant donné que ces risques sont bien identifiés.

Tableau 10-4 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| <i>Indicateur</i> | Etat actuel | |
|-------------------------------------|--|---|
| | <i>Aléa / Effet</i> | |
| Rendements, profits | Vagues de chaleur / modification des températures moyennes / modification du régime des précipitations (été et intersaisons) | 0 |
| Frais, dépenses, dommages matériels | Réduction du manteau neigeux / modification des températures moyennes / modification du régime des précipitations (hiver) | 0 |
| Canton JU | | 0 |

10.3.2 Scénario faible

Les saisons sont touchées différemment par les changements climatiques dans le contexte du tourisme jurassien. La saison hivernale perd toujours plus de journées d'enneigement, alors que les intersaisons et l'été profitent déjà des modifications induites par les changements climatiques. Sur la base de ce qui s'est passé entre 2014 et 2015, Jura Tourisme escompte une augmentation de 5'000 à 10'000 nuitées pour les mois de juillet et août, ce qui représente entre 1,5% et 3% des nuitées annuelles. Dans cette optique, Jura Tourisme redéfinira sa stratégie de communication hivernale et entamera une réflexion et une mise en place de nouvelles activités touristiques dans des domaines variables qui vont du tourisme culturel au tourisme durable en passant par le tourisme de bien-être.

Le Tableau 10-5 résume les risques et opportunités engendrés par les différents aléas/effets selon le scénario faible amplitude.

Tableau 10-5 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes au Tableau 3-2) – scénario faible

| Indicateur | Scénario faible | |
|-------------------------------------|--|---|
| | Aléa / Effet Vagues de chaleur / modification des températures moyennes / modification du régime des précipitations (été et intersaisons) | Réduction du manteau neigeux / modification des températures moyennes / modification du régime des précipitations (hiver) |
| Rendements, profits | +1 | |
| Frais, dépenses, dommages matériels | | -1 |
| Canton JU | +1 | -1 |

À l'avenir, les risques sont à nuancer étant donné que l'hiver est la saison la moins profitable du point de vue des nuitées en hôtellerie et en parahôtellerie. Ces risques seront également contrebalancés par des effets positifs liés notamment aux vagues de chaleur qui participeront à intensifier l'attrait du Jura durant ces périodes pour les populations habitant le plateau et favoriseront les activités de plein air.

De plus, il est important de noter que la qualité des infrastructures, la diversification des produits et du public, la formation du personnel touristique, la situation économique Suisse ainsi que l'évolution géopolitique européenne pèseront plus lourd dans l'évolution du tourisme que les changements climatiques pris séparément³¹.

Les domaines skiables jurassiens sont particulièrement vulnérables à la réduction du manteau neigeux au vu de leur altitude. Ils rencontrent à l'heure actuelle des difficultés et une réduction de leur saison d'enneigement, ils mettent donc déjà en œuvre des mesures d'adaptation (par exemple : meilleure communication de l'offre en Suisse et à l'étranger) et de diversification de leur offre (par exemple :

³¹ Données transmises par Jura Tourisme dans le cadre de cette étude de cas.

airboard). Les activités hivernales liées à la neige sont de plus couplées à d'autres activités telles que la randonnée ou l'équitation. La perte de l'activité « ski » pourrait également avoir une incidence sur ces autres activités proposées en hiver et péjorer l'ensemble du chiffre d'affaire hivernal³². L'Office du tourisme part du principe que les touristes aimant la région du Jura y viennent car ils peuvent combiner différentes activités dont le ski et le cheval par exemple.

Cependant, au vu du lien très faible entre la pratique des sports de neige et les nuitées hôtelières, les incidences resteront limitées si l'on considère la branche touristique de manière globale et sur l'année entière. Les risques majeurs sont focalisés sur les exploitants de domaines skiables ainsi que sur les activités qui y sont reliées.

Paradoxalement, les changements climatiques peuvent être une opportunité pour le Jura, particulièrement pendant les intersaisons et l'été. L'automne, par son taux actuel d'ensoleillement et l'évolution probable des températures, deviendra la saison la plus propice aux activités de plein air.

Les changements climatiques représentent donc autant un risque qu'une opportunité pour la région jurassienne. Cependant à l'échelle annuelle, les opportunités semblent l'emporter sur les risques puisque les pertes financières liées aux changements climatiques sont globalement plus faibles que les bénéfices générés par ceux-ci dans le domaine du tourisme estival et d'intersaison. Aucun chiffre ne vient corroborer cette affirmation faute de données précises, mais il est intéressant de noter que le thème des variations climatiques apparaît dans l'analyse des Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces du Masterplan Jura Trois Lacs et a été classé dans la case des opportunités (J3L 2014). Il est par conséquent clair pour les acteurs du tourisme jurassien que l'avenir de la branche repose sur la diversification de leur offre (tourisme 4-saisons, activités en plein air, tourisme d'affaire, bien-être, sports équestres, sport en rivière, culture, etc.) en proposant des activités indépendantes de l'enneigement et en mettant l'accent sur les intersaisons.

³² Données transmises par Jura Tourisme dans le cadre de cette étude de cas.

10.3.3 Scénario fort

Le Tableau 10-6 résume les risques et opportunités engendrés par les différents aléas/effets selon le scénario forte amplitude.

Tableau 10-6 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes au Tableau 3-2) - scénario fort

| <i>Indicateur</i> | Scénario fort | |
|-------------------------------------|---|---|
| | <i>Aléa / Effet</i> Vagues de chaleur / modification des températures moyennes / modification du régime des précipitations (été et intersaisons) | Réduction du manteau neigeux / modification des températures moyennes / modification du régime des précipitations (hiver) |
| Rendements, profits | +2 | |
| Frais, dépenses, dommages matériels | | -2 |
| Canton JU | +2 | -2 |

De manière générale, les risques ainsi que les opportunités sont les mêmes que ceux décrits pour le scénario faible amplitude, mais l'intensité des effets est plus importante. Avec le scénario de forte amplitude, une réduction de près de la moitié des jours de neige est à attendre par rapport à la situation actuelle en basse altitude, il resterait encore une vingtaine de jours de neige aux altitudes des stations de ski, ce qui est un risque important pour ces dernières (MétéoSuisse 2013).

10.3.4 Incertitudes

Les incertitudes liées aux changements climatiques ont été classées dans la catégorie C. Ce qui signifie que le classement de l'impact est plausible mais pourrait également être classé dans la catégorie supérieure ou inférieure (voir Tableau 3-3).

10.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La Figure 10-3 représente les liens avec les différents champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques.

Les impacts mis en avant dans cette analyse du risque concordent avec les champs d'action de la stratégie d'adaptation. Il s'agit surtout, dans le cas du Jura du développement de l'offre touristique (diversification des activités) et de la communication. Les mesures mettent tout particulièrement l'accent sur le développement et la diffusion des connaissances ainsi que sur le développement d'une offre touristique adaptée et plus diversifiée. Sensibilisation de la population et diversification de l'offre semblent donc être les clés de l'adaptation du secteur touristique face aux modifications du climat, surtout en ce qui concerne les activités hivernales et les dangers naturels (crues).

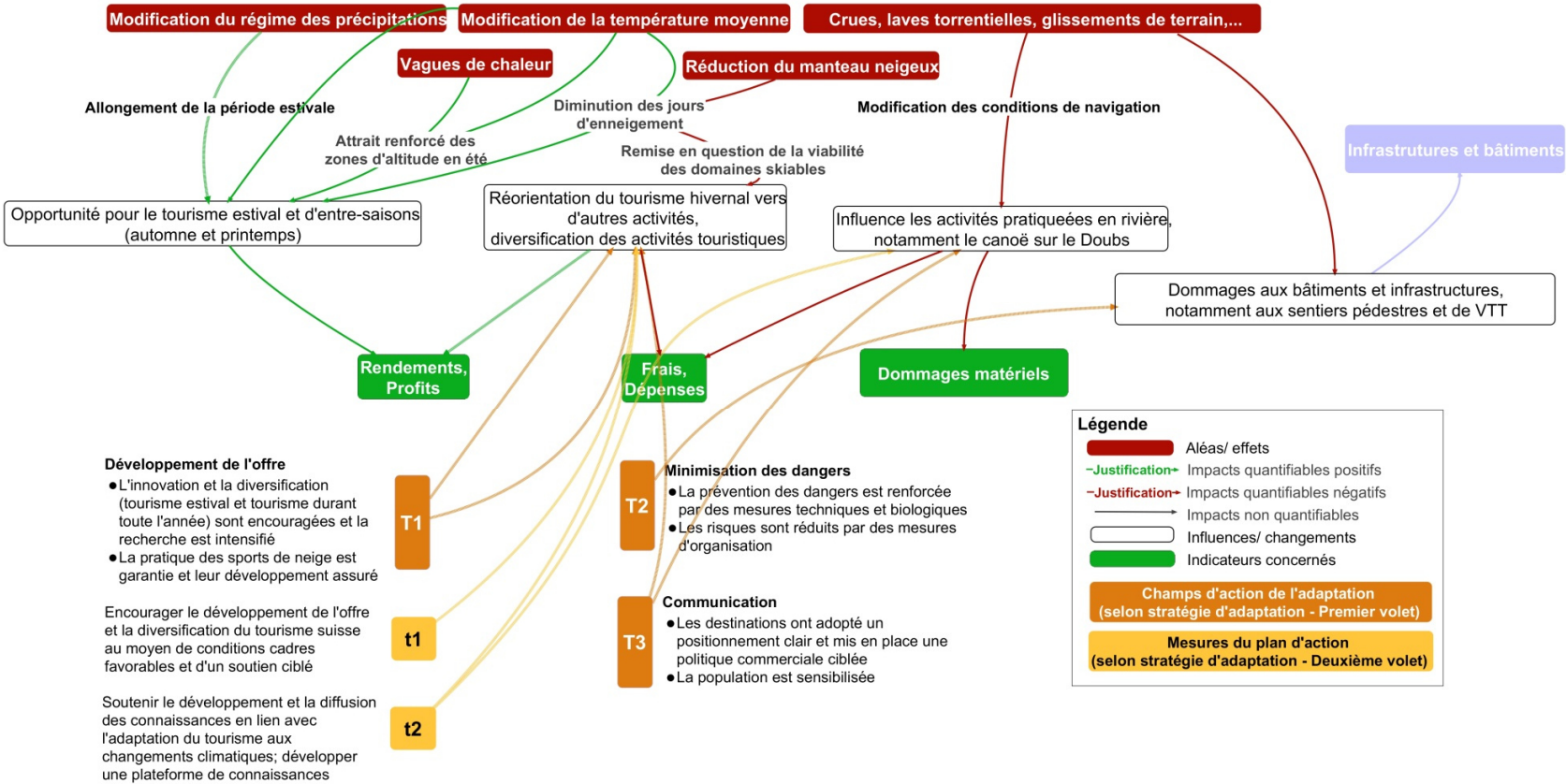


Figure 10-3 Liens avec les champs d'action et mesures du plan d'action de la stratégie d'adaptation du Conseil Fédéral

10.5 Impacts du scénario socio-économique

En plus de sa dépendance aux conditions climatiques, le tourisme est également fortement sensible à d'autres paramètres, d'ordre socio-économique.

Le tourisme suisse est particulièrement sensible au taux de change. Les chiffres des nuitées connaissent une évolution semblable, avec un léger décalage, à celle du taux de change entre le franc suisse et les monnaies des pays de provenance des visiteurs. Ce paramètre influence fortement la demande des hôtes provenant de pays étrangers, car il augmente ou diminue le coût des séjours en Suisse (Hotelleriesuisse, 2014).

De même, le développement économique des pays de provenance des visiteurs influence également la demande dans le domaine du tourisme.

Les tendances d'évolution de ces deux paramètres socio-économiques sont cependant imprévisibles et donc reliées à des fortes incertitudes.

Les actions de communication et de publicité réalisées en Suisse ou à l'étranger peuvent également influencer le nombre de visiteurs se rendant dans une région donnée.

La création de nouvelles « attractions touristiques » ainsi que la communication médiatique qui y est reliée peuvent aussi mener à faire connaître une région à un plus large public et susciter un intérêt chez certains. On peut donner l'exemple du parc naturel régional du Doubs (reconnu par l'OFEV en 2012). L'obtention de ce label renforce l'attractivité de la région.

La demande touristique augmentera également du fait de la croissance démographique des bassins de population alentours, notamment de Zürich et de Bâle ville, qui participent fortement au tourisme actuel. La population du canton devrait également entamer une croissance. La population jurassienne s'élève à 71'738 résidents permanents³³ et pourrait passer à 75'036 en 2030 dans le scénario « dynamique » du Service de l'aménagement du territoire³⁴. Cette augmentation de la population pourra mener à une augmentation de l'excursionnisme, voire du tourisme si la communication autour de la région Jura Trois Lacs fait ses preuves.

Finalement, il est important de noter que la qualité des infrastructures, la diversification des produits et du public, la formation du personnel touristique, la situation économique Suisse ainsi que l'évolution géopolitique européenne pèseront plus lourd dans l'évolution du tourisme que les changements climatiques pris séparément³⁵.

Les paramètres socio-économiques ont donc une importance de taille sur le développement du tourisme jurassien. Il est cependant difficile de prévoir l'évolution de ces paramètres dans le futur et leur influence, que ce soit positivement ou négativement.

³³ OFS 2014, Bilan de la population permanente selon le canton, en 2014, Etat de la population au 1^{er} janvier.

³⁴ Service de l'aménagement du territoire 2010, Réflexions sur l'avenir démographique du canton du Jura.

³⁵ Données transmises par Jura Tourisme dans le cadre de cette étude de cas.

10.6 Références

- MétéoSuisse (2013). Scénario climatique Suisse – un aperçu régional sur mandat de l'OFEV
- SAB (2010). Groupement suisse pour les régions de montagne Tourismus im Klimawandel – Strategien zur Saisonverlängerung. Konferenz der Gemeindepräsidenten/innen von Ferienorten im berggebiet.
- FISTAT(2014). Fondation inter jurassienne pour la statistique, Mémento statistique inter jurassien
- WSL (2013). Gaëlle Serquet et Martine Rebetez, Changements climatiques – quel avenir pour les destinations touristiques des alpes et du jura vaudois ?
- Remontées Mécaniques Suisses (2014). Faits & chiffres de la branche des remontées mécaniques suisses, Edition 2014.
- Hotelleriesuisse (2014). Chiffres et faits. Editions 2014
- OFS, Hôtels et établissements de cure: hôtes selon le pays de provenance et le canton (résultats cumulés janvier à décembre 2014)
- SECO(2011). Le tourisme suisse face aux changements climatique Impacts et options viables.
- Suisse Tourisme (2008). 2030 : le tourisme suisse face aux changements climatiques.
- République et canton du Jura (2012). Etude tourisme – rapport technique Planification générale des infrastructures d'accueil du site de la Gruère. Etape 3.
- J3L, Jura & Trois-Lacs. Concept touristique global – Masterplan. Mai 2014
- Mani, P. & Caduff, U. (2015). Klimasensitivität Naturgefahren. Teil 1-2, Methodenbericht, Resultate.
- Service de l'aménagement du territoire 2010, Réflexions sur l'avenir démographique du canton du Jura.

11. Énergie

11.1 Paramètres de base

L'analyse des impacts pour le domaine *énergie* différencie les éléments suivants pouvant être impactés par les changements climatiques :

- Consommation d'énergie
- Production d'énergie
- Infrastructures énergétiques

Selon l'étude « Les changements climatiques et la Suisse en 2050 » (OcCC/ProClim, 2007), l'augmentation des températures et la baisse des débits des cours d'eau constituent des phénomènes ayant des impacts de première importance sur le domaine de l'énergie à l'échelle nationale. Les événements extrêmes tels que les crues et les tempêtes, ainsi que la modification du régime des vents et de la durée de l'ensoleillement ont des répercussions non négligeables en général mais secondaires en matière de gestion de l'énergie.

La hausse des températures a des conséquences importantes sur la consommation d'énergie, alors que les précipitations, le régime des vents, la durée d'ensoleillement et les événements extrêmes influent principalement sur la production d'énergie.

La thématique des infrastructures énergétiques concerne les installations de production d'énergie telles que les éoliennes, les centrales hydroélectriques, les panneaux solaires, etc. Ces installations techniques peuvent être menacées par l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude d'aléas climatiques tels que les crues, les tempêtes, les glissements de terrain, etc.). Ces événements causent également des dégâts aux réseaux d'approvisionnement énergétique, traités dans le domaine d'impact « Infrastructures et bâtiments ».

Sur la base des chiffres mentionnés dans la Stratégie énergétique 2035 du canton du Jura, le Tableau 11-1 ci-dessous présente la répartition des consommations par agent énergétique pour le canton du Jura pour l'année 2010. On y relève que les agents énergétiques principaux sont les carburants, les combustibles pétroliers et l'électricité, totalisant 85% de l'énergie finale consommée dans le canton en 2010. Étant donné que seules les consommations d'électricité et de gaz sont relevées, les consommations des autres agents énergétiques font l'objet d'estimations et doivent par conséquent être interprétées de manière prudente. (République et canton du Jura 2012).

Tableau 11-1 Répartition des consommations par agent énergétique pour l'année 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012

| | Quantité [GWh] | Part énergie totale [%] | Coûts [mios CHF] |
|---|-------------------|-------------------------|---------------------|
| Électricité | 499 | 22 | 100 |
| Combustibles | 999 | 45 | 130 |
| Combustibles pétroliers | 666 | 30 | |
| Gaz | 118 | 5 | |
| Autres (charbon, bois, chaleur à distance, déchets) | 215 | 10 | |
| Carburants | 737 | 33 | 125 |
| Énergie finale | 2'235 | 100 | 355 |

Comme l'illustre la Figure 11-1 suivante, cette répartition à l'échelle du canton du Jura est largement comparable à la situation nationale, à l'exception du gaz dont la consommation jurassienne est de 2/3 inférieure à celle de la Suisse, au profit des combustibles pétroliers.

Jura (consommations 2010)

Suisse (consommations 2014)

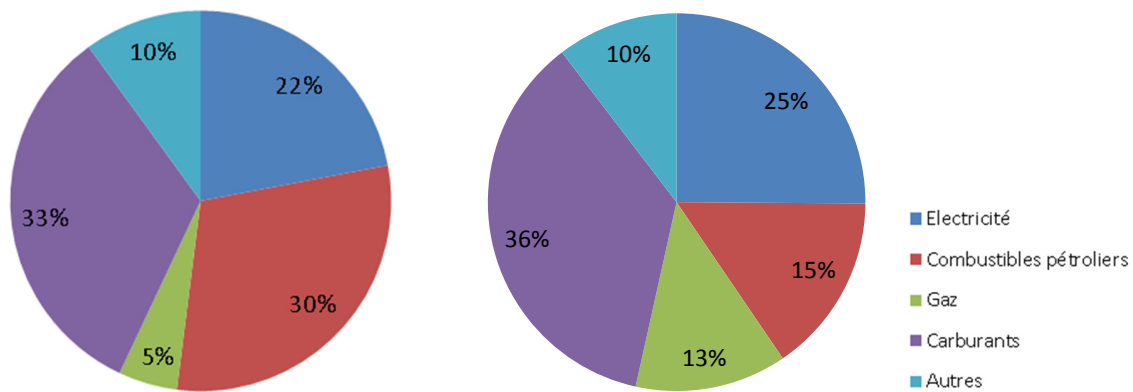


Figure 11-1 Comparaison de la répartition de l'énergie consommée par agent énergétique entre le canton du Jura et la Suisse. Sources : OcCC/ProClim 2007 ; République et canton du Jura 2012

Dans le canton du Jura, la plus grande part de l'électricité consommée (60%) est d'origine nucléaire et provient de la centrale de Mühleberg, alors que la part restante est principalement d'origine hydraulique (36%) (SDT 2015). Les centrales hydroélectriques au fil de l'eau produisent 45 GWh annuellement, ce qui correspond à près de 10% des besoins en électricité de la population jurassienne. Le 2/3 de cette production est assuré par la centrale de la Goule sur le Doubs. Les autres centrales sont implantées sur la Birse, la Sorne, la Scheulte, le Miéry et le Folpotat.

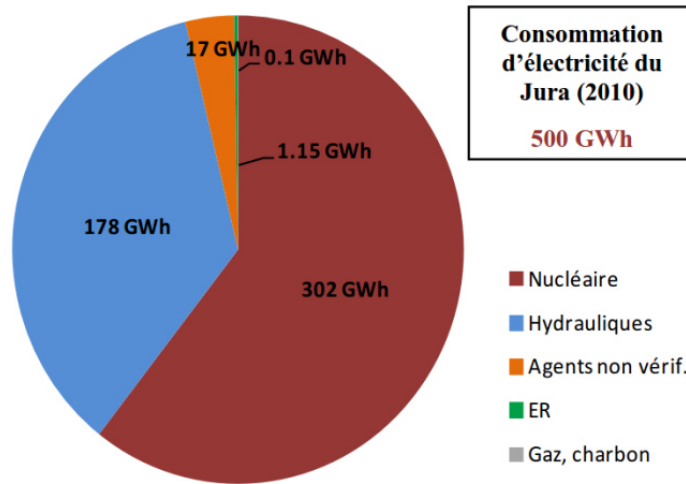


Figure 11-2 Sources de l'électricité consommée en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012

Les agents énergétiques fossiles tels que les combustibles pétroliers et le gaz totalisent le 79% de l'énergie thermique consommée (République et canton du Jura 2012).

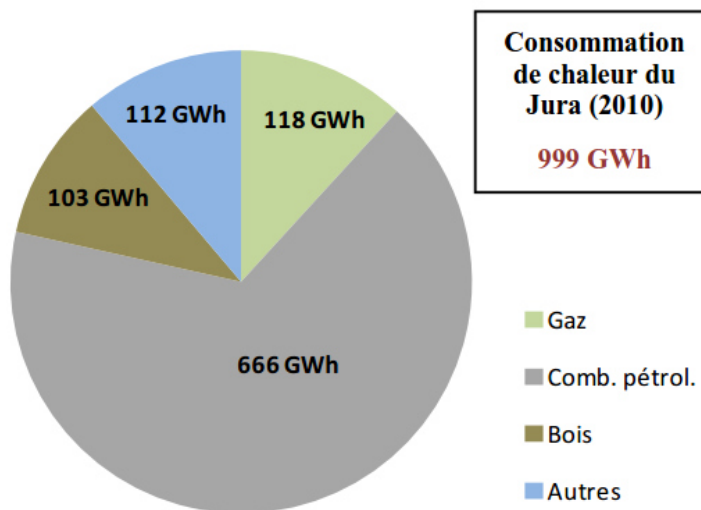


Figure 11-3 Sources de la chaleur consommée en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012

D'autre part, comme indiqué dans la Figure 11-4, le canton du Jura a produit en 2010 109 GWh de chaleur, dont 95% par le bois (République et canton du Jura 2012). Cette production indigène représente 11% de l'énergie thermique consommée. L'effet des changements climatiques sur la production de bois destiné à l'exploitation énergétique est abordé dans le chapitre « Forêt et Sylviculture ».

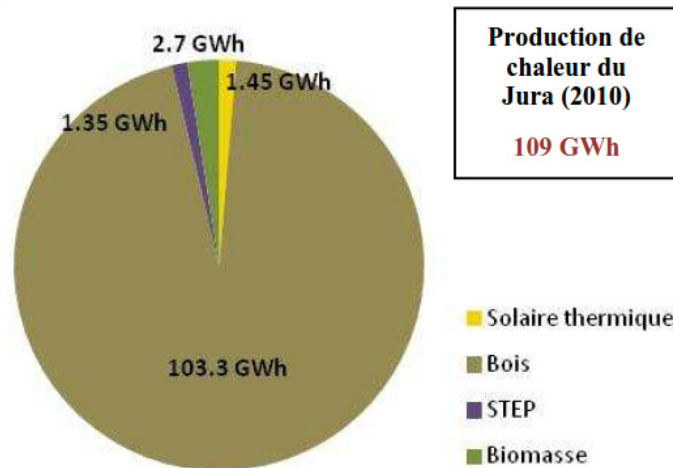


Figure 11-4 : Sources de la chaleur indigène en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012

Les données quantitatives relatives à la consommation d'énergie par secteur (habitat, mobilité, activités tertiaires, industrie) et par utilisation (chauffage, eau chaude sanitaire, rafraîchissement, procédés industriels, etc...) à l'échelle du canton n'ont pas pu être obtenues car elles sont pour l'heure inexistantes. Les données disponibles relatives à la production d'énergie sont très générales et ne donnent aucune indication sur l'évolution passée des rendements et les éventuelles conséquences d'événements climatiques particuliers (sécheresse, crue, tempête). Par conséquent, les impacts sont systématiquement évalués de manière qualitative.

11.2 Impacts liés aux changements climatiques

Dans le tableau ci-dessous, les aléas et effets liés aux changements climatiques ayant des répercussions non négligeables sur le domaine d'impact « Énergie » sont documentés de manière qualitative.

Tableau 11-2 Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine „Énergie“ dans le canton du Jura

| Aléa / effet | Évaluation qualitative |
|--|---|
| Crues | <ul style="list-style-type: none"> Divers impacts sur la production, en fonction de l'intensité des crues et de la vulnérabilité des centrales hydroélectriques. Dommages aux infrastructures de production. |
| Laves, glissements de terrain, coulées de boue | <ul style="list-style-type: none"> Dommages aux infrastructures de production (en particulier encombrement des bassins de rétention nécessitant d'importants travaux de remise en état). |
| Modification du régime des précipitations | <ul style="list-style-type: none"> Divers impacts saisonniers sur la production, en fonction de l'évolution saisonnière des débits. |
| Sécheresse générale | <ul style="list-style-type: none"> Centrales hydroélectriques : épisodes d'étiages prolongés et prononcés conduisant à des restrictions temporaires d'exploitation de la force hydraulique. |
| Vagues de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> Augmentation des besoins en rafraîchissement/climatisation (pics de puissance électrique). Installations solaires : diminution du rendement des panneaux solaires photovoltaïques. Diminution des capacités de refroidissement des centrales nucléaires. |
| Réduction du manteau neigeux | <ul style="list-style-type: none"> Augmentation du potentiel hivernal de l'énergie solaire. |
| Modification de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> Diminution des besoins en chauffage. Augmentation des besoins en rafraîchissement/climatisation. Installations solaires : augmentation du rendement des panneaux solaires thermiques, modification du rendement des panneaux solaires photovoltaïques (température, ensoleillement). |
| Tempêtes, ouragans | <ul style="list-style-type: none"> Interruption de la production éolienne (éviter la surchauffe des installations). Augmentation de la production éolienne, si la fréquence des vents augmente. |

Cette première évaluation des impacts pertinents pour le domaine de l'énergie permet de proposer une série d'indicateurs utiles à l'examen des risques et des opportunités liés aux changements climatiques :

- Rendements lors de la production d'énergie.
- Dépenses liées à la consommation d'énergie.
- Montant des dommages liés aux aléas climatiques (crues, tempêtes, mouvements de terrain).

La figure suivante (Figure 11-5) schématise les interactions entre les aléas et effets, leurs impacts et les indicateurs correspondants.

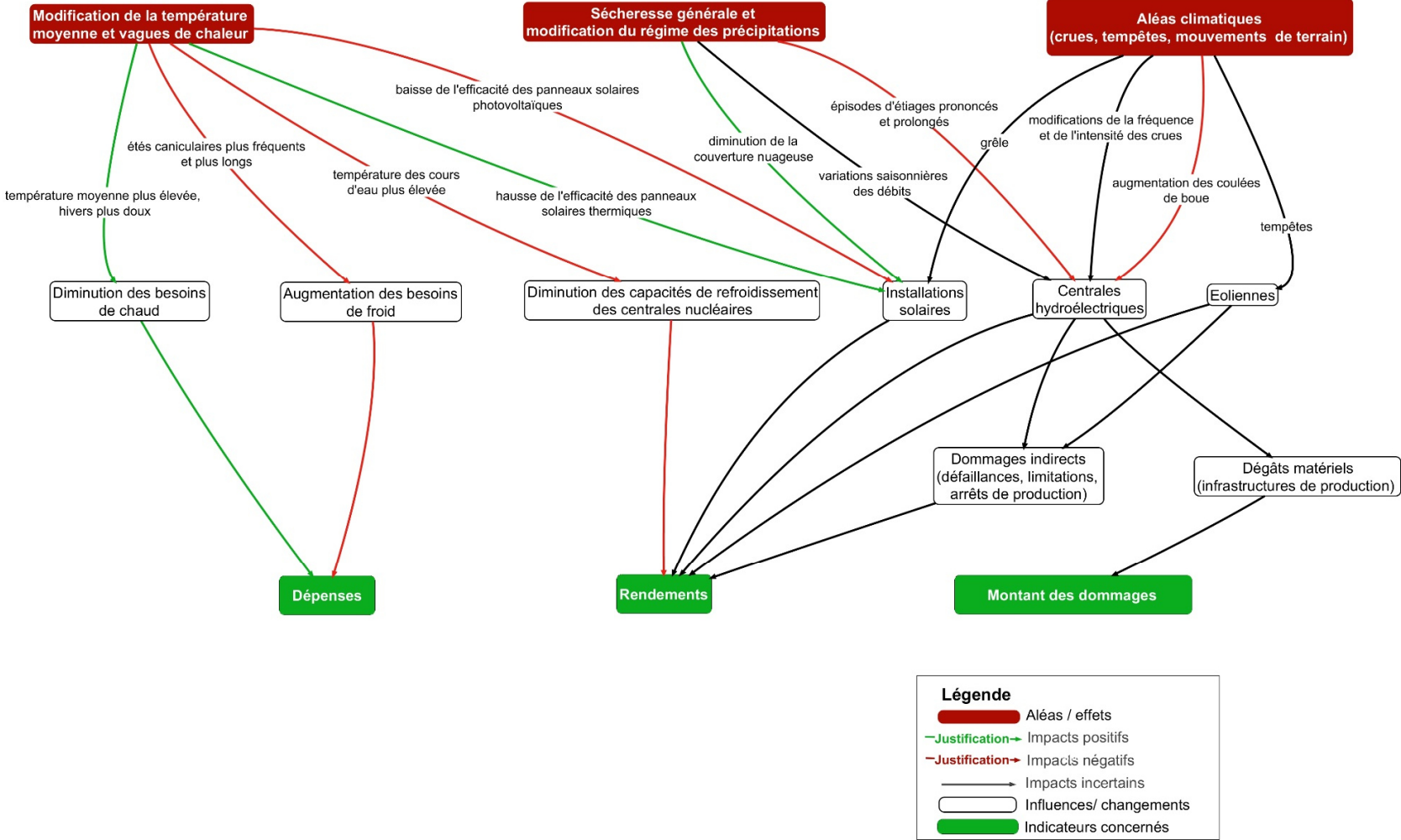


Figure 11-5 Chaîne d'impact des aléas et effets, de leurs impacts et de leur influence sur les indicateurs

11.2.1 Impacts de la modification de la température moyenne et des vagues de chaleur

L'augmentation de la température moyenne et l'apparition plus fréquente de vagues de chaleur estivales intenses et prolongées impactent significativement le domaine de la consommation d'énergie. En effet, les besoins liés au chauffage sont susceptibles de diminuer, réduisant ainsi la consommation annuelle de combustibles. Les besoins en rafraîchissement/climatisation devraient au contraire augmenter, surtout l'été, et occasionner ainsi une consommation électrique supérieure à la valeur actuelle de 500 GWh par an. Lors de journées très chaudes, ce phénomène peut conduire à des pics de puissance électrique inhabituels nécessitant une gestion adaptée du réseau électrique.

L'augmentation des températures influe également sur le domaine de la production d'énergie, notamment sur les rendements des installations solaires. En effet, les panneaux solaires thermiques voient leur rendement augmenter avec la hausse des températures, alors que les panneaux solaires photovoltaïques sont moins efficaces lorsque la température ambiante dépasse 25°C. Toutefois, cette baisse de rendement des panneaux photovoltaïques reste négligeable, en-dehors des périodes de vagues de chaleur extrêmes.

Par ailleurs, l'augmentation de la température des cours d'eau peut limiter la capacité de refroidissement des centrales nucléaires et par conséquent la production électrique. Même si aucune production nucléaire n'a lieu sur le territoire jurassien, cela peut se répercuter indirectement sur l'approvisionnement électrique du canton, puisque 60% de l'électricité consommée dans le Jura provient de la centrale nucléaire de Mühleberg³⁶.

La modification de la température moyenne peut également avoir des effets indirects sur d'autres paramètres météorologiques comme la durée d'ensoleillement (en fonction de la couverture nuageuse) ou le régime des vents. Pour l'heure, l'évolution de ces paramètres reste toutefois impossible à prévoir. On sait cependant que le rendement des panneaux solaires photovoltaïques augmente proportionnellement à la durée d'ensoleillement et que la production éolienne augmente si la fréquence associée à la vitesse et à la stabilité des vents augmente.

11.2.2 Impacts de la sécheresse générale

La sécheresse générale impacte principalement le domaine de la production hydroélectrique. En effet, les périodes de sécheresse sont à l'origine de périodes d'étiage lors desquelles, en vertu de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux), les exploitants des usines hydroélectriques ont l'obligation d'assurer un débit résiduel minimal dans les cours d'eau afin que la qualité écologique de ces derniers puisse être maintenue. La diminution des précipitations, durant l'été et l'automne surtout, risque d'engendrer une pression croissante sur les centrales hydroélectriques, potentiellement contraintes à réduire temporairement leur production. Les périodes de sécheresse peuvent donc sévèrement influencer la production hydroélectrique.

Pour le canton du Jura, cela représente un risque important puisque 65% de l'énergie électrique indigène provient des exploitations hydroélectriques (figure ci-dessus). Les centrales hydroélectriques du canton actuellement en exploitation ainsi que celles étant actuellement hors service sont représentées sur la carte ci-dessous (Figure 11-5). La plus importante est l'usine de la Goule sur le Doubs d'une puissance totale de 5'500 kW et produisant 30 millions de kWh par année. Les autres centrales sont nettement plus petites, avec des puissances comprises entre 50 et 800 kW et totalisant une production de 15 millions de kWh par an (Site internet ENV, section Eaux).

³⁶ À noter que la centrale de Mühleberg sera déconnectée du réseau en 2019. Ce problème n'en sera donc plus un pour Mühleberg, même s'il le restera pour les autres centrales nucléaires.

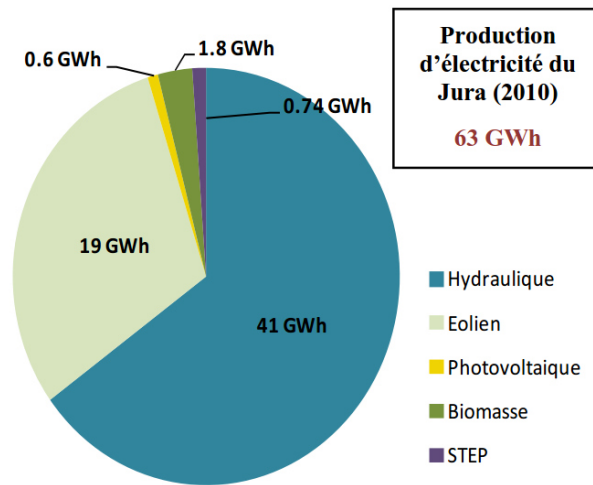


Figure 11-4 Sources de l'électricité indigène en 2010 dans le canton du Jura. Source : République et canton du Jura 2012

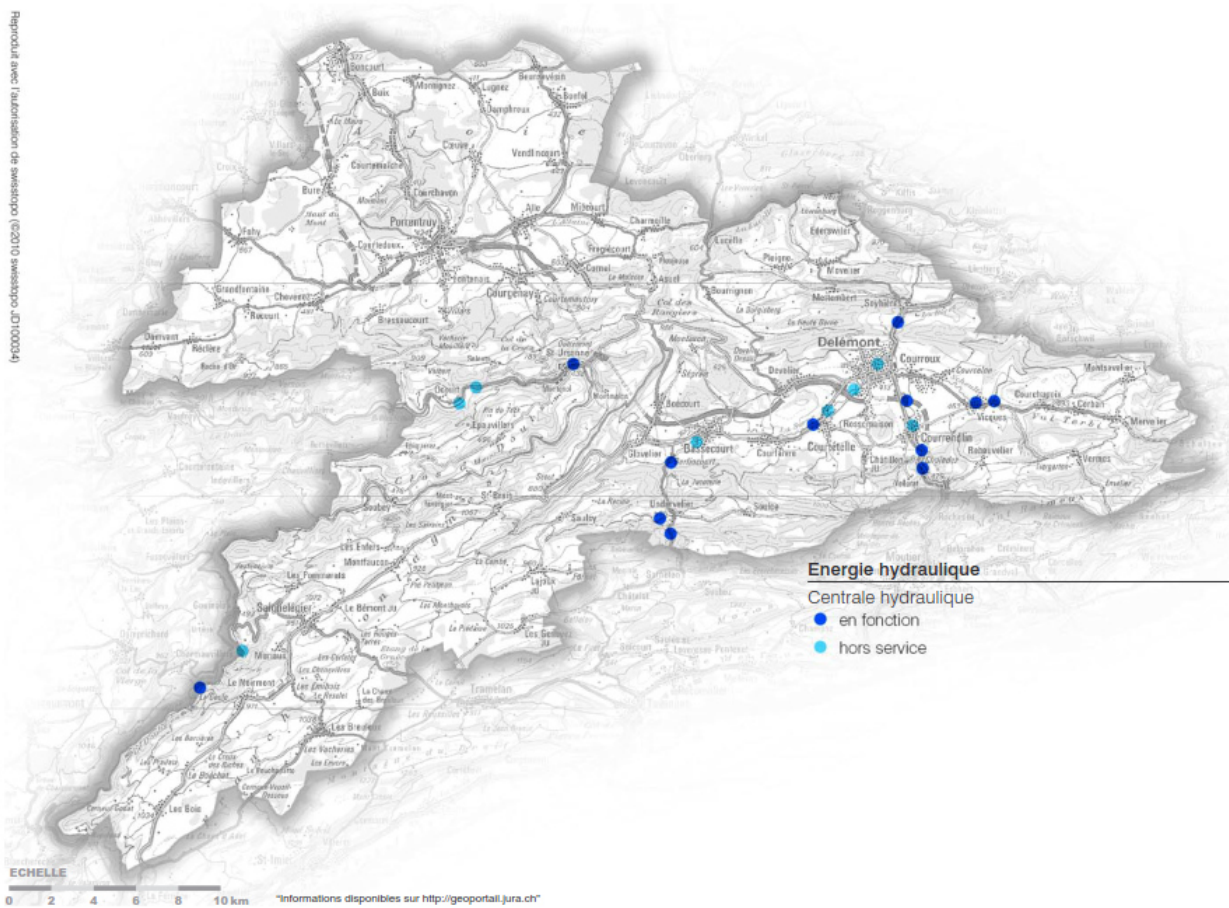


Figure 11-5 Localisation des centrales hydroélectriques du canton du Jura. Source : site internet ENV, section Eaux

L'été caniculaire et sec de 2003 a effectivement conduit à une baisse de production d'environ 10% par rapport à la moyenne pluriannuelle 2000-2005 (extrapolation sur la base des statistiques fédérales), car les débits de nombreuses rivières du canton étaient trop faibles pour effectuer des prélèvements d'eau tout en respectant les débits résiduels fixés.

11.2.3 Impacts des autres aléas

Modification du régime des précipitations et réduction du manteau neigeux

Selon l'étude « Impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau » (CCHydro, 2012), le niveau annuel des ressources en eau à l'échelle nationale ne sera pas significativement impacté d'ici 2035, mais baissera légèrement d'ici 2085. La modification du régime des précipitations et la diminution des réserves d'eau stockées sous forme de neige, associées aux sécheresses estivales, engendreront une modification de la distribution saisonnière des débits, c'est-à-dire des débits plus importants en hiver et des débits moindres en été avec des périodes d'étiage plus marquées et plus longues. Ainsi, la production hydroélectrique au niveau suisse risque de diminuer de 7% d'ici 2050 (OcCC/ProClim, 2007).

Selon les experts interrogés, la situation de la région jurassienne est comparable à celle de la Suisse. En effet, les changements climatiques n'auront a priori pas d'effets significatifs sur la production hydroélectrique jurassienne, du moins à l'échelle d'une année. Il semble en effet que les périodes d'étiage plus courantes devraient être compensées par des périodes où l'intensité et la durée des précipitations seraient suffisantes pour garantir un apport en eau important et équilibrer ainsi les diagrammes de production. Ce point de vue est appuyé par l'étude sur les impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau (CCHydro, 2012) qui estime que le changement climatique impactera peu les débits annuels dans les régions du Plateau et du Jura (p. 52).

À noter que la modification des débits annuels et des régimes d'écoulement dépend largement des conditions locales telles que la présence de glaciers, l'altitude, le type de régime, etc. (SSHL, CHy, 2011).

Du point de vue de l'énergie solaire, la réduction du manteau neigeux devrait permettre d'augmenter la production hivernale. L'influence est certainement faible pour les districts de Delémont et d'Ajoie, plus élevée pour les Franches-Montagnes. Cette opportunité peut toutefois être considérée comme négligeable étant donné que la production solaire indigène représente moins d'1% de la production électrique indigène.

Aléas climatiques (crues, coulées de boue, tempêtes)

Selon l'étude réalisée par geo7 « Sensibilité des dangers naturels au changement climatique » (OFEV, 2015), l'évolution globale attendue pour le canton du Jura à l'horizon 2060 est une augmentation des crues de petite et moyenne envergure, mais une diminution des événements de grande ampleur.

Les crues peuvent engendrer des impacts très divers sur la production des centrales hydroélectriques, en fonction de l'intensité des crues et de la vulnérabilité des infrastructures. Les périodes de crues de faible intensité n'empêchent pas le turbinage du débit équipé, tant que les installations hors du lit mouillé ne sont pas inondées. En cas de crues importantes, certaines installations peuvent faire l'objet de mesures particulières telles que l'abaissement du niveau de la retenue ou l'obligation de turbiner par exemple, ce qui provoque différents impacts sur la production. A l'heure actuelle, il n'est pas possible de déterminer si les changements climatiques et les phénomènes de crues associés constituent un risque réel pour la production hydroélectrique dans le canton du Jura.

Les coulées de boue liées à de fortes pentes augmenteront à l'avenir et constitueront ainsi une menace plus prononcée pour les usines hydroélectriques, d'une part en termes de dégâts matériels et

d'éventuelles pertes de production, mais aussi en termes de travaux de nettoyage des installations et de curage des retenues.

Les événements tempétueux peuvent avoir une incidence sur la production éolienne, les installations pouvant être momentanément arrêtées pour éviter la surchauffe. Cela constitue un risque pour le canton du Jura non négligeable puisque 30% de l'électricité indigène est d'origine éolienne. Toutefois, l'évolution future de l'intensité et de la fréquence des tempêtes demeure pour l'heure très incertaine.

11.3 Évaluation des impacts

Le manque de données chiffrées rend l'analyse quantitative des impacts difficile. Ainsi, les effets et aléas climatiques pertinents sont évalués par indicateur de façon qualitative pour les deux scénarios climatiques considérés.

11.3.1 Risques actuels

Il est évident que les températures extérieures (modification des températures moyennes, vagues de chaleur) influent largement sur les consommations énergétiques liées aux besoins de chauffage et de rafraîchissement. La modification des températures moyennes constitue aujourd'hui déjà une opportunité grâce à une diminution des besoins en chauffage (catégorie d'impact +1). Les vagues de chaleur estivales constituent quant à elles un risque en raison de l'augmentation des besoins en rafraîchissement et des pics de puissance électrique estivaux (catégorie d'impact -1). Le potentiel de l'énergie solaire dépend aussi partiellement de ces mêmes phénomènes climatiques, mais de façon plus anecdotique. Les sécheresses constituent un risque important pour la production hydroélectrique du canton puisqu'elles conduisent parfois à des restrictions temporaires d'exploitation des installations hydroélectriques (catégorie d'impact -1). A l'heure actuelle, les autres aléas et effets ont un impact neutre sur le domaine de l'énergie (catégorie d'impact 0), les performances énergétiques du bâti et les systèmes de production étant relativement bien adaptés aux conditions climatiques actuelles. L'incertitude sur les risques actuels est classée comme étant faible (B) étant donné que les risques sont bien identifiés mais leur ampleur difficile à évaluer.

Tableau 11-3 : Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2)

| Indicateur | État actuel | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------|--|---|---------------------|-------------------|------------------------------|--|--------------------|
| | Aléa / Effet | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Vagues de chaleur | Réduction du manteau neigeux | Modification de la température moyenne | Tempêtes, ouragans |
| Montant des dommages | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dépenses | | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | +1 | 0 |
| Rendements | | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Canton JU | | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | +1 | 0 |

11.3.2 Scénario faible

Pour le scénario climatique 2060 de faible amplitude, les crues de grande ampleur vont diminuer, ce qui constitue plutôt une opportunité pour le secteur de la production hydroélectrique (catégorie d'impact +1), grâce à une baisse probable du montant des dommages et des dépenses liées au nettoyage et au curage. Les installations hydroélectriques sont relativement robustes aux crues de faible ampleur et ne sont donc pas impactées significativement par l'augmentation des petits événements.

À l'inverse, l'occurrence de coulées de boue est susceptible d'augmenter, ce qui se répercute négativement directement sur le montant des dommages et sur les coûts d'entretien, mais aussi indirectement sur le rendement des installations (catégorie d'impact -1).

Comme mentionné au chapitre 11.2.3, les régimes d'écoulement des cours d'eau jurassiens seront peu impactés par l'évolution du régime des précipitations. A priori, les quantités de pluie diminueront en été et en automne, et augmenteront en hiver. L'augmentation des épisodes pluvieux intenses n'est pas exclue et pourrait alors contribuer à équilibrer les quantités annuelles d'eau disponible. L'impact de la modification du régime des précipitations est beaucoup plus limité que celui engendré par les sécheresses estivales et est donc considéré comme étant neutre pour le secteur de l'énergie et de l'hydroélectrique en particulier (catégorie d'impact 0).

Comme mentionné au chapitre 11.2.2, la sécheresse générale peut conduire à des rendements des centrales hydroélectriques temporairement plus faibles, en raison des débits résiduels à respecter (catégorie d'impact -2).

L'augmentation des vagues de chaleur aura pour conséquence une hausse de la consommation électrique pour les besoins en rafraîchissement/climatisation et donc des dépenses y relatives. Ce phénomène est donc à considérer comme un risque important pour le domaine de l'énergie (catégorie d'impact -2). Ce risque sera toutefois partiellement compensé par une baisse des dépenses pour le chauffage, due à la hausse des températures moyennes (catégorie d'impact +2).

La réduction du manteau neigeux représente plutôt une opportunité en ce sens que les toitures solaires seront moins souvent et moins longtemps recouvertes de neige. Ainsi, les conditions hivernales seront à l'avenir plus favorables à la production solaire d'électricité qu'actuellement (catégorie d'impact +1).

Enfin, de forts vents pourraient conduire à des interruptions de production d'énergie éolienne, le risque étant la surchauffe des installations. Toutefois, au vu des incertitudes qui pèsent sur l'évolution des phénomènes de vents tempétueux en lien avec les changements climatiques, cet élément ne peut pas être évalué (catégorie d'impact n/a).

Tableau 11-3 Évaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario faible

| Scénario faible | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|---|---------------------|-------------------|------------------------------|--|--------------------|
| <i>Indicateur</i> | <i>Aléa / Effet</i> | | | | | | | |
| | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Vagues de chaleur | Réduction du manteau neigeux | Modification de la température moyenne | Tempêtes, ouragans |
| Montant des dommages | +1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | n/a |
| Dépenses | +1 | -1 | 0 | 0 | -2 | 0 | +2 | n/a |
| Rendements | 0 | -1 | 0 | -2 | 0 | +1 | 0 | n/a |
| Canton JU | +1 | -1 | 0 | -2 | -2 | +1 | +2 | n/a |

11.3.3 Scénario fort

Pour le scénario forte amplitude, les risques et les opportunités sont les mêmes que ceux identifiés pour le scénario faible amplitude, mais leur ampleur est plus importante. En particulier, les importantes variations saisonnières de débit nécessiteront une gestion adaptée de la production qui permette par exemple de stocker de l'eau lors des pics de production pour l'utiliser lors des périodes de basse production.

Les risques liés aux crues font toutefois exception. En effet, les conditions climatiques retenues pour le scénario à forte amplitude engendrent une augmentation du risque de crues de moyenne ampleur par rapport au scénario faible amplitude. Ainsi, l'évolution de cet aléa n'est plus considérée comme étant plutôt positif mais comme étant neutre (catégorie d'impact 0, soit similaire à la situation actuelle) étant donné la résistance des installations aux crues de petite et moyenne ampleur.

Tableau 11-4 Évaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs (description des classes dans le tableau 3-2) –scénario fort

| Indicateur | Scénario fort | | | | | | | |
|----------------------|---------------|-------|--|---|---------------------|-------------------|------------------------------|--|
| | Aléa / Effet | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Vagues de chaleur | Réduction du manteau neigeux | Modification de la température moyenne |
| Montant des dommages | 0 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | n/a |
| Dépenses | 0 | -2 | 0 | 0 | -3 | 0 | +3 | n/a |
| Rendements | 0 | -2 | 0 | -3 | 0 | +2 | 0 | n/a |
| Canton JU | 0 | -2 | 0 | -3 | -3 | +2 | +3 | n/a |

Finalement, les conséquences des changements climatiques sur le domaine de l'énergie sont à considérer comme étant plutôt négatives. Les opportunités liées à l'augmentation des températures moyennes (hivers plus cléments) et à la réduction du manteau neigeux ne semblent pas pouvoir compenser les effets négatifs qui pèsent en particulier sur la production hydroélectrique et sur les besoins en froid nécessaires lors des vagues de chaleur estivales.

11.3.4 Incertitudes

Dans le Tableau 11-5 ci-dessous sont indiquées les classes d'incertitude assignées à chacun des aléas et effets répertoriés.

Tableau 11-5 Classe d'incertitude pour l'évaluation qualitative des impacts des aléas et effets des changements climatiques

| | Crues | Laves, glissements de terrain, coulées de boue | Modification du régime des précipitations | Sécheresse générale | Vagues de chaleur | Réduction du manteau neigeux | Modification de la température moyenne | Tempêtes, ouragans |
|-----------------------------|-------|--|---|---------------------|-------------------|------------------------------|--|--------------------|
| Classe d'incertitude | C | C | C | B | B | B | B | D |

Les impacts sur les consommations d'énergie, engendrés par les vagues de chaleur et la modification de la température moyenne, sont relativement sûrs et se voient attribuer la classe B. On sait en effet que les besoins en rafraîchissement augmenteront, alors que les besoins en chauffage diminueront.

L'opportunité que représente la réduction du manteau neigeux pour la production solaire d'électricité et le risque que constituent les épisodes de sécheresse pour la production hydroélectrique sont également considérés comme une évaluation plutôt certaine (classe B).

Les impacts dus aux crues et aux coulées de boue sont plus équivoques (classe C) et pourraient ainsi être classés dans une catégorie couleur inférieure ou supérieure. D'une part, l'effet des changements climatiques sur ces phénomènes dépend de plusieurs facteurs et les processus associés sont relativement complexes. D'autre part, les centrales hydroélectriques, qui sont susceptibles de subir les impacts de ces phénomènes, présentent une vulnérabilité différente en fonction des conditions locales mais aussi de l'ampleur des phénomènes eux-mêmes.

L'incertitude relative aux impacts de la modification du régime des précipitations est également de classe C. Les effets des changements climatiques sur les précipitations et sur les débits disponibles des cours d'eau, ainsi que sur les rendements des centrales hydroélectriques, sont encore très difficiles à évaluer. Surtout, ils ne peuvent pas être généralisés et doivent être appréhendés en fonction des spécificités locales

Enfin, l'effet des changements climatiques sur les phénomènes de tempêtes est très incertain. Les impacts éventuels sur les rendements des éoliennes qui y sont associés se voient donc attribuer une incertitude de classe D.

11.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La figure à la page suivante montre où s'appliquent les objectifs de la stratégie d'adaptation et les mesures du plan d'action sur le domaine d'impact « Energie ». On observe que la majorité des risques identifiés (en particulier ceux liés à l'augmentation des besoins en froid et à la production hydroélectrique) sont relativement bien pris en compte dans le cadre de la stratégie fédérale d'adaptation. On note toutefois que les éventuels impacts des changements climatiques sur la production éolienne et la production solaire ne sont pas pris en compte dans la stratégie d'adaptation. Cela s'explique par le fait que ces sources d'énergie sont de moindre importance à l'échelle de la Suisse par rapport aux autres types de production.

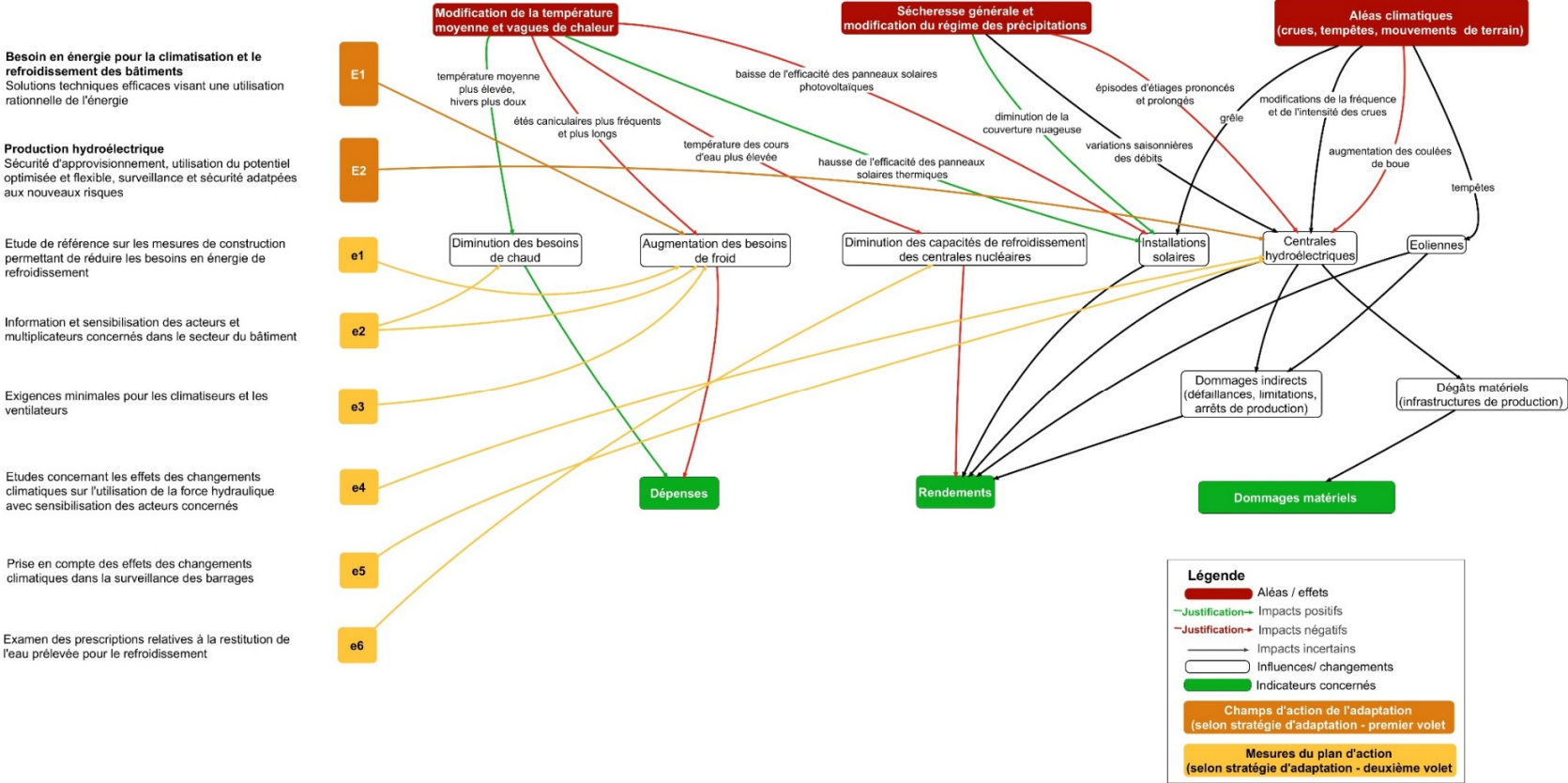


Figure 11-6 Liens entre les risques et opportunités du domaine « Energie » et la stratégie d'adaptation du Conseil fédéral

11.5 Impacts du scénario socio-économique

L'évolution socio-économique du canton influence énormément le domaine de l'énergie, que cela soit au niveau des consommations énergétiques qu'au niveau de la production énergétique. Ainsi, les aspects suivants représentent des paramètres socio-économiques clés à prendre en compte et dont les effets sur le domaine de l'énergie sont susceptibles d'être plus importants que ceux liés au changement climatique :

Consommations énergétiques

- Évolution du prix des différents agents énergétiques
- Évolution du nombre de constructions et de leurs performances énergétiques intrinsèques
- Évolution des exigences légales liées à l'enveloppe des bâtiments, la performance des installations (notamment les installations de climatisation) et à la part couverte par les énergies renouvelables
- Mesures d'optimisation énergétique et d'assainissement
- Objectifs formulés dans la « Conception cantonale de l'énergie et plan de mesures 2015-2021 » (SDT 2015), notamment celui de parvenir à économiser annuellement 140 GWh d'énergie électrique et 270 GWh d'énergie thermique à l'horizon 2035

Production énergétique

- Répartition des sources d'énergie, degré d'autonomie énergétique
- Objectifs formulés dans la conception cantonale de l'énergie (ST 2015), notamment ceux consistant à atteindre un taux d'autonomie de 65% pour l'électricité et pour la chaleur d'ici 2035 et d'encourager l'exploitation de la ressource éolienne qui constitue le principal potentiel renouvelable jurassien

11.6 Références

- OcCC, ProClim (2007) : Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie.
- OFEV (2012) : Impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau. Rapport de synthèse du projet « Changement climatique et hydrologie en Suisse » (CCHydro)
- OFEV, CSD Ingénieurs, Ernst Basler + Partner (2015) : Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Freiburg.
- OFEV, Geo7 AG (2015) : Sensibilité des dangers naturels au changement climatique.
- OFEV, INFRAS, Sofies, Egli Engineering, INDDIGO (2015) : Analyse des risques et opportunités liés aux changements climatiques en Suisse. Etude de cas. Canton de Genève et Grand-Genève.
- OFEV, INFRAS, Egli Engineering (2015) : Klimabedingte Risiken und Chancen 2060. Regionale Fallstudie Kanton Uri.
- Journal Matériaux pour l'Hydrologie de la Suisse n°38 (2011) : Les effets du changement climatique sur l'utilisation de la force hydraulique. Rapport de synthèse.
- Service des transports et de l'énergie TEN, Weinmann Energies (2012) : Stratégie énergétique 2035 du canton du Jura.
- Service du développement territorial SDT (2015) : Conception cantonale de l'énergie et plan de mesures 2015-2021.

12. Biodiversité

12.1 Paramètres de base

Le canton du Jura compte plusieurs sites protégés au niveau fédéral (haut et bas-marais, sites marécageux, paysages, zones alluviales, prairies et pâturages secs) ainsi que 9 réserves naturelles cantonales, dont la plus importante en superficie est celle du Doubs (environ 20 km²).

Le canton du Jura se situe entre les altitudes de 365 m (l'Allaine à son point le plus bas, à la frontière nationale) et 1302 m (sommet du Mont Raimeux). Le district de Delémont et l'Ajoie sont situés à relativement basse altitude, entre 400 et 800 m, tandis que les Franches-Montagnes se trouvent aux environs de 1000 m. La variabilité des altitudes et des expositions engendre des conditions climatiques spécifiques à chaque région et qui permettent le développement de milieux naturels variés.

Pour plusieurs types de milieux naturels, le canton du Jura a une responsabilité particulière au niveau européen (hêtraies sur calcaire, par exemple) ou suisse (pâturages boisés : environ 10% de la surface nationale est située sur territoire jurassien). Plusieurs autres associations forestières peu communes en Suisse sont également bien représentées (OFEV, 2015).

Les interactions complexes entre les différents facteurs influençant la biodiversité et l'état actuel des connaissances permettent de comprendre partiellement les phénomènes contrôlant l'abondance des espèces. La complexité du système rend délicate toute anticipation précise des risques liés aux changements climatiques sur la biodiversité. En effet, l'observation de l'évolution du climat étant relativement récente, seules des tendances peuvent être mises en évidence à ce stade. De plus, la biodiversité est fortement impactée par d'autres phénomènes, tels que le morcellement du territoire, la dissémination d'espèces invasives ou la qualité des sols par exemple. Les réactions des écosystèmes à ces différents facteurs et à leur action conjointe sont difficiles à prédire et encore plus difficiles à quantifier. Les incertitudes en lien avec l'évolution du régime des précipitations ajoutent encore une difficulté supplémentaire à toute prévision dans ce domaine.

12.2 Impacts liés aux changements climatiques

Les effets et aléas liés aux changements climatiques et leurs incidences sur la biodiversité font l'objet d'une analyse purement qualitative. Les impacts les plus significatifs sont listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12-1 Aperçu des impacts des changements climatiques sur le domaine de la biodiversité dans le canton du Jura

| Aléa / effet | Évaluation qualitative |
|--|---|
| Crues | <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la dynamique naturelle des cours d'eau dans les cours d'eau colmatés ou impactés par des ouvrages hydrauliques avec impacts positifs sur la faune aquatique, en particulier la microfaune et les poissons juvéniles ou de petite taille. • Risques de pollution des eaux et des milieux naturels riverains. • Apparition de milieux perturbés propices à l'implantation d'espèces invasives. • Création de nouveaux habitats : milieux pionniers propices à l'augmentation de la biodiversité. |
| Modification du régime des précipitations | <ul style="list-style-type: none"> • Pertes de qualité des zones marécageuses et humides, eutrophisation (ex. prolifération d'algues vertes et de cyanobactéries dans les cours d'eau et étang). • Déstabilisation des écosystèmes, adaptation et évolution des espèces. • Espèces thermophiles et xérophiles favorisés. |
| Sécheresse générale | <ul style="list-style-type: none"> • Modification de la composition spécifique des milieux. • Fragilisation des populations. • Espèces et milieux xérophiles favorisés (lors de sécheresses estivales). |
| Incendie | <ul style="list-style-type: none"> • Modification de la composition spécifique des milieux (augmentation de la biodiversité à la suite d'incendies). |
| Vagues de chaleur | <ul style="list-style-type: none"> • Mortalité de la faune piscicole et de la microfaune. • Fragilisation des populations. • Fragilisation des espèces aquatiques et hydrophiles • Milieux thermophiles favorisés. |
| Réduction du manteau neigeux | <ul style="list-style-type: none"> • Modification de la période de végétation et de reproduction (flore) – pouvant avoir un impact positif ou négatif suivant les espèces. • Adaptation de certaines espèces généralistes. • Raréfaction des espèces les plus sensibles aux changements. • Étalement vers le haut des étages de végétation. |
| Modifications de la température moyenne | <ul style="list-style-type: none"> • Étalement vers le haut des étages de végétation et modification de la végétation. • Meilleures conditions d'implantations pour les espèces invasives. • Déstabilisation des écosystèmes (modification de la composition spécifique des milieux, fragilisation des espèces aquatiques et hydrophiles, sensibilité accrue aux maladies et prolifération facilitée des micro-organismes pathogènes ex. bactéries et champignons). • Espèces (et milieux) thermophiles favorisés. |
| Tempête / ouragan | <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des ravageurs en forêt – effet plutôt positif pour la biodiversité. • Opportunité pour le rajeunissement naturel de la forêt avec augmentation de la biodiversité. |

Outre les impacts cités ci-dessus, d'autres facteurs peuvent aussi avoir un impact important sur la biodiversité. C'est le cas par exemple de l'introduction d'organismes potentiellement dangereux (pathogènes ou invasifs) par le biais du transport de marchandises, du transport de personnes ou de pratiques horticoles. Ce genre d'atteinte à la biodiversité est particulièrement d'actualité dans le canton du Jura, où la progression des néophytes envahissantes est bien documentée. Bien que ces phénomènes ne soient pas directement liés aux changements climatiques, l'augmentation de la température permettra par exemple un développement accru de l'ambrosie, des solidages exotiques, de l'ailante (*Ailanthus altissima*) et du buddleia (J. Fernex, ENV, communication personnelle). La MRP (maladie rénale proliférative), qui affecte les poissons (salmonidés), est également un exemple de cette interaction. Cet organisme pathogène diagnostiqué en Suisse depuis 1979 s'est répandu dans l'ensemble de la Suisse, et en particulier dans les cours d'eau du canton du Jura. Fortement dépendant de la température, il est à craindre que son développement s'amplifie fortement avec la modification des conditions climatiques (Rubin et al., 2015). Le cas de la maladie fongique *Saprolegnia parasitica* pourrait également être cité : il est probable que, après l'introduction involontaire d'une souche particulièrement virulente de cet organisme pathogène dans le Doubs, les épisodes d'étiage prononcés favorisent son expansion. La figure à la page suivante schématise les interactions entre les différents aléas/effets et leurs impacts sur la biodiversité.

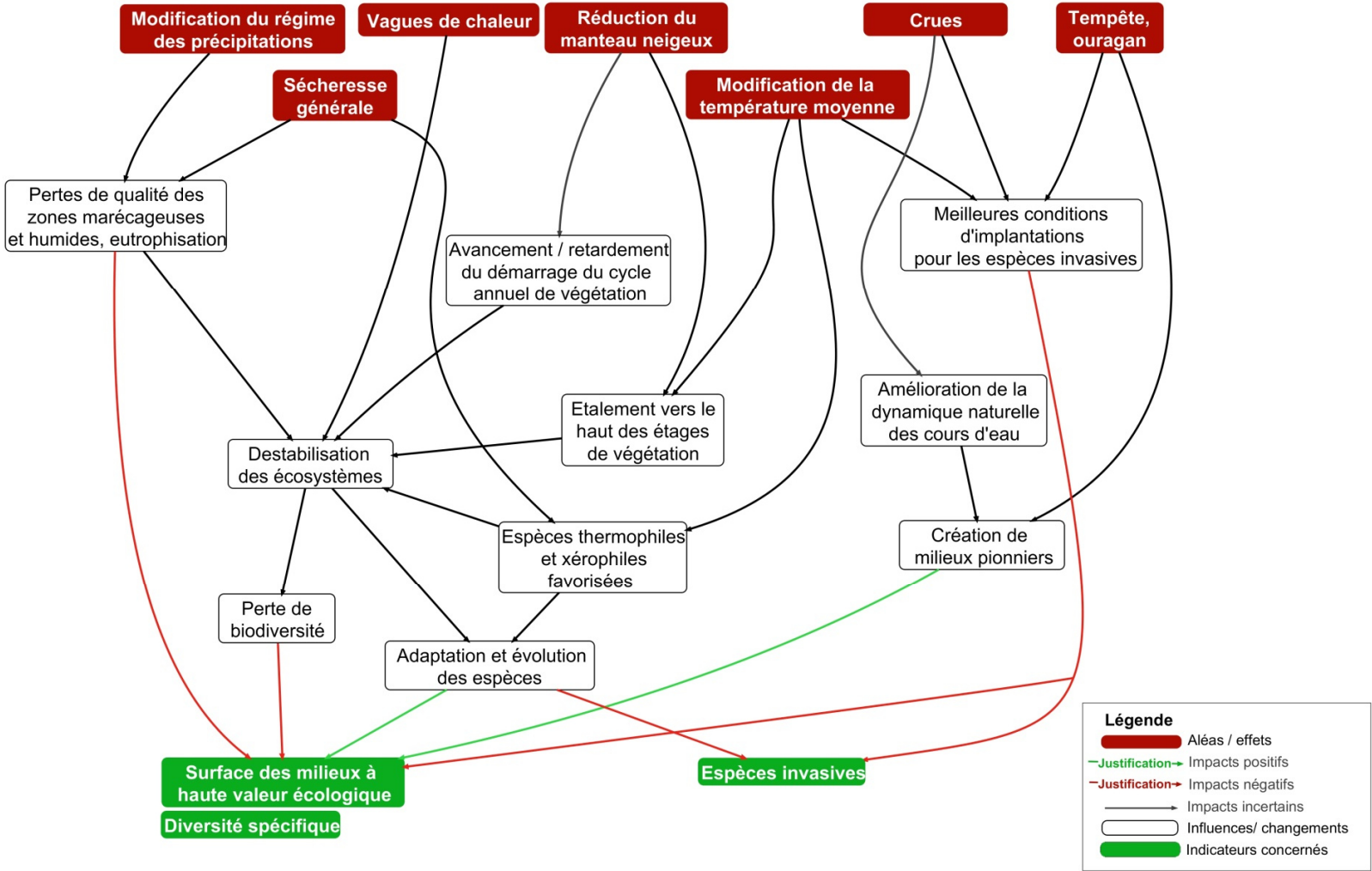


Figure 12-1 Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude

Étant donné les interactions complexes entre les différents paramètres influençant l'état de la biodiversité, chacun des impacts identifiés ne sera pas analysé isolément comme dans les autres domaines, mais la modification de la biodiversité provoquée par les changements climatiques sera abordée de manière thématique.

Milieux aquatiques et zones humides

La modification du régime des précipitations, corrélée à des périodes de sécheresse plus longues et plus fréquentes, peut avoir des effets négatifs sur la surface, la diversité et la qualité des zones humides. En effet, avec une diminution des précipitations durant les périodes estivales et avec l'allongement des périodes sèches, il faudra s'attendre à un assèchement des milieux humides et à leur réduction (OFEV 2012d). Les espèces sensibles de ces milieux courront donc un plus grand risque d'extinction.

Certains cours d'eau pourront même s'assécher par endroits de manière temporaire. Cela aura des conséquences négatives sur les conditions de vie des espèces aquatiques. En effet, d'une part la remontée des cours d'eau par la faune piscicole ne pourra plus être assurée pendant ces périodes de sécheresse et ces populations se verront par exemple fortement limitées dans leurs déplacements le reste du temps. Les longues périodes de sécheresse accentueront également l'eutrophisation des milieux par la concentration des éléments nutritifs. D'autre part, la diminution du niveau de l'eau entraînera également une hausse des températures des eaux, menant à une plus faible concentration en oxygène dans les cours et les plans d'eau. Les populations piscicoles répondant de manière très rapide aux changements de température, la composition des espèces se verra fortement modifiée et s'adaptera aux nouvelles conditions avec un risque d'extinction plus élevé³⁷. Les espèces indigènes entreront probablement en compétition avec des espèces invasives trouvant des conditions favorables à leur implantation (BVU 2010).

Aujourd'hui déjà, des efflorescences de cyanobactéries liées aux températures estivales élevées ont été documentées dans le Jura. Lors de l'été 2003, une prolifération importante avait notamment été relevée dans le Doubs au niveau de La Goule (Straub et al., §2004). Les causes les plus probables de ce phénomène avaient alors été identifiées : bas débits et température élevée de l'eau. Dans l'étang de la Gruère, situé dans une tourbière et donc particulièrement oligotrophe, des efflorescences de cyanobactéries sont également signalées depuis plusieurs années. Les analyses n'ont pas permis d'identifier formellement la cause de l'événement, mais on pourrait supposer que les températures élevées, en faisant baisser le niveau de l'eau, favorisent ainsi la minéralisation et donc le développement de ces cyanobactéries.

A mentionner qu'une étude au niveau fédéral concernant le « maintien des ressources en eau dans le bassin versant des biotopes marécageux d'importance nationale », est en cours de réalisation. Ce document sera d'une grande importance pour les biotopes humides jurassiens.

Prairies sèches

Les conditions climatiques prédites à long terme pourront par contre s'avérer positives pour d'autres espèces. Une modélisation de Huwylar et al. (2012) montre que les papillons diurnes des prairies sèches profiteront de l'augmentation moyenne des températures durant la période estivale. Par contre, une augmentation des précipitations durant cette même période aurait des conséquences défavorables. Étant donné les incertitudes liées à l'évolution du régime des précipitations, il est difficile de faire des pronostics sur l'avenir de ce type d'espèce. Dans tous les cas, l'augmentation des températures moyennes devrait profiter aux écosystèmes thermophiles de manière générale.

³⁷ Lors de la sécheresse de 2003 par exemple, une interdiction temporaire de la pêche avait été décrétée sur le territoire cantonal. Des pêches de sauvetage avaient également dû être entreprises dans plusieurs cours d'eau (J. Fernex, communication personnelle 2015).

Déplacement des espèces en altitude

L'augmentation des températures occasionnera une lente migration des milieux naturels vers des altitudes supérieures. Ce faisant, le déplacement des habitats impliquera également un rétrécissement de ceux-ci étant donné que les surfaces à disposition diminuent avec l'altitude. Les espèces les plus menacées seront alors celles préférant le froid ou dont l'aire de répartition sera colonisée par des espèces thermophiles. Des modélisations ont montré que les populations de papillons diurnes ont augmenté au-dessus de 1'200 m (Plattner et Altermatt, 2010). Aux étages montagnards et subalpins, une progression des espèces provenant d'altitudes inférieures a été observée. Depuis 2001, une élévation de 15 à 20 mètres de l'aire de répartition des plantes alpines a par exemple été mesurée (Bühler 2012). Ce phénomène représente une possible augmentation locale de la biodiversité pour les altitudes les plus élevées. Cependant, l'altitude limitée de l'arc jurassien n'offre aucun espace de refuge au-delà de 1300m. Au niveau global, cette évolution mène plutôt vers une perte de biodiversité, par la propagation d'espèces généralistes vers les hauteurs.

Réduction du manteau neigeux

La limite des chutes de neige en hiver se situe en moyenne vers 800 mètres d'altitude. Si la température moyenne s'élève, la limite des chutes de neige s'élèvera également. Étant donné que chaque degré de réchauffement provoque une remontée de la limite pluie-neige de 150 mètres (OFEV 2012c), la limite de la zone d'enneigement prolongé pourrait monter entre 1'200 et 1'600 mètres d'altitude (scénario de forte amplitude – MétéoSuisse 2013). Le plateau franc-montagnard oscille entre 800 et 1'100 m d'altitude, donc à des altitudes aujourd'hui critiques au niveau de l'enneigement. Les jours avec chutes de neige à cette altitude devraient ainsi passer de 41 jours aujourd'hui à 30, voire 24 jours selon les scénarios à l'horizon 2060. Or le manteau neigeux joue un rôle primordial dans le démarrage du cycle annuel de végétation. Ces modifications risquent de perturber certaines espèces en provoquant un démarrage plus précoce des cycles de végétation. La durée de la période de végétation augmentera pour toutes les altitudes du canton d'environ 25 à 40 jours (horizon 2060 – MétéoSuisse 2013). Ainsi, la période de végétation au-dessus de 800 m d'altitude durera aussi longtemps que celle qui est observée aujourd'hui entre 500 et 800 m, voire elle sera accentuée pour le scénario fort.

Avifaune

De manière générale, il est supposé que les espèces se déplaçant facilement, comme les oiseaux, seront moins touchées par les changements climatiques car elles peuvent s'adapter de manière dynamique et rapide aux changements.

Cependant, un risque existe lorsque les surfaces des habitats se réduisent par propagation de ces derniers vers les hauteurs. Ceci s'accompagnerait d'une modification des ressources disponibles et serait un problème pour les espèces dites « spécialistes ». Ainsi les espèces des forêts de montagne, qui se situent aujourd'hui déjà en limite d'aire de répartition (chouette de tengmalm ou grand tétras par exemple), verraient leurs derniers bastions jurassiens disparaître. Le tarier des prés est un bon exemple d'espèce qui pâtirait de l'intensification de la pratique agricole en altitude, liée aux changements climatiques. Cet oiseau des milieux ouverts est cité comme « espèce cible complémentaire » dans le cadre des réseaux écologiques en agriculture pour plusieurs régions du canton (Natura, 2005). Il recherche des prairies denses, fauchées tard dans la saison. Plus la production agricole est intensive, plus les fauches sont précoces. Les nichées de tariers risquent alors d'être détruites au passage des machines, tandis que les coupes généralisées réduisent en parallèle l'offre en insectes, base de l'alimentation du tarier des prés (Schaub et al. 2013).

L'augmentation des températures permettrait par contre à des espèces migratrices de rester en Suisse et de profiter d'hivers plus doux (FDB, 2007).

Groupes favorisés

L'impact des changements climatiques s'avère positif pour certaines espèces, notamment d'invertébrés, qui peuvent être perçues comme des gagnants potentiels dans ce contexte. L'augmentation des températures permet en effet l'accélération de leur cycle de reproduction, et par conséquent l'apparition d'un plus grand nombre de générations par année. Par ailleurs, les hivers doux rendent possible la survie et l'immigration d'espèces méditerranéennes (FDB, 2007).

Espèces invasives

La problématique des espèces exotiques invasives sera un enjeu considérable en lien avec les changements climatiques. Ces espèces sont susceptibles d'étendre rapidement leur aire de répartition au vu des conditions climatiques favorables à leur développement. La diminution du nombre de jours de gel serait par exemple favorable à leur implantation. De plus, ces espèces disposent généralement d'un avantage concurrentiel face aux espèces indigènes présentes dans un écosystème car elles sont souvent importées sans leurs ennemis naturels. Par ailleurs, les espèces non indigènes sont en général moins sensibles aux maladies locales, ce qui entraîne un comportement invasif. En parallèle à l'augmentation des populations d'espèces invasives, les espèces indigènes et spécialisées, particulièrement adaptées à un écosystème donné verront leurs populations diminuer et être envahies par de nouvelles espèces (FBD, 2007; OCCC / ProClim, 2007).

12.3 Évaluation des impacts

12.3.1 Risques actuels

La Suisse, avec ses grandes amplitudes altitudinales et ses petits espaces topographiques, offre une biodiversité de base très riche (FBD 2013). Toutefois, ces petits espaces sont fragilisés par la fragmentation du paysage. En effet, des aires de reproduction et des aires d'approvisionnement peuvent se trouver divisées par une route ou par des zones urbaines. Dans ce cas, l'espèce touchée verra sa population diminuer (OFS 2007). Des problèmes d'échange génétique peuvent également apparaître, or cet échange est la clé de voute de la résilience face aux évolutions climatiques. La variabilité génétique existante au sein d'une espèce est l'une des conditions préalables à l'adaptation des espèces et au maintien de la biodiversité en général (OFEV 2012b).

Les habitats de grande valeur écologique ont perdu beaucoup de terrain en Suisse et dans le Jura, surtout au cours du siècle dernier. Cette perte a pu être légèrement freinée depuis lors grâce à de nouvelles bases légales. Cependant, le recul des terres cultivées tout comme le mitage du territoire se poursuit de manière constante. Les observations montrent que la qualité des écosystèmes continue de se dégrader et que l'état général de la biodiversité n'est pas suffisant pour se maintenir à long terme. La perte de biodiversité en Suisse peut être qualifiée d'alarmante, c'est pourquoi la Suisse s'est dotée récemment d'une Stratégie Biodiversité et élabore un plan d'action (OFEV 2012a, OFEV 2013) ayant pour but de garantir la pérennité de la biodiversité sur le territoire suisse. Dix objectifs stratégiques sont formulés dans la stratégie dont, entre autres, le maintien de la diversité génétique et la surveillance de l'évolution de la biodiversité. Pour terminer, et comme déjà mentionné, bien que n'étant pas la cause principale du déclin de la biodiversité en Suisse, les changements climatiques viennent s'ajouter et parfois renforcer d'autres phénomènes plus impactants tels que le morcellement du territoire ou la propagation d'espèces invasives.

Bien que les études actuelles considèrent le territoire suisse dans son ensemble, les impacts relevés pour l'ensemble de la Suisse sont également valables pour le canton du Jura.

Tableau 12-2 Evaluation de l'état actuel sur les différents indicateurs de tous les aléas et effets identifiés dans le domaine de la Biodiversité (description des classes dans le Tableau 3-2)

Etat actuel

Indicateur

| | |
|---|----|
| Surface des milieux à haute valeur écologique | -1 |
| Diversité spécifique | -1 |
| Espèces invasives | -1 |
| Canton JU | -1 |

Nous estimons que les menaces principales relèvent de la pression exercée sur les milieux naturels et la perte de diversité biologique (y compris l'arrivée d'espèces invasives). Les risques actuels ainsi identifiés constituent le point de départ pour l'évaluation des risques futurs. Notons que la biodiversité est mise à mal par de nombreux facteurs, tant liés aux changements climatiques qu'aux activités humaines. L'ensemble de ces facteurs influence l'état de la biodiversité et il est difficile de les considérer de manière individuelle. De ce fait, l'incertitude sur les risques actuels est classée comme étant moyenne (C).

12.3.2 Scénarios faible et fort

Au vu de la méthodologie adoptée pour l'analyse des risques liés aux changements climatiques dans le domaine de la biodiversité, il nous est impossible de présenter les résultats de façon similaire à ce qui est réalisé pour les autres chapitres. Nous avons donc choisi de présenter une évaluation globale de l'ampleur des menaces principales qui pèsent sur la biodiversité jurassienne à l'horizon 2060 selon le scénario faible amplitude (Tableau 12-3) et le scénario forte amplitude (Tableau 12-4). Il s'avère que les risques rencontrés actuellement seront similaires avec un scénario de faible amplitude alors qu'ils seront fortement accentués avec un scénario de forte amplitude.

Tableau 12-3 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs de tous les aléas et effets identifiés dans le domaine de la Biodiversité (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario faible

Scénario faible

Indicateur

| | |
|---|----|
| Surface des milieux à haute valeur écologique | -1 |
| Diversité spécifique | -1 |
| Espèces invasives | -1 |
| Canton JU | -1 |

Tableau 12-4 Evaluation des impacts de la modification des aléas / effets par les changements climatiques sur les différents indicateurs de tous les aléas et effets identifiés dans le domaine de la Biodiversité (description des classes dans le Tableau 3-2) –scénario fort

Scénario fort

Indicateur

| | |
|---|----|
| Surface des milieux à haute valeur écologique | -3 |
| Diversité spécifique | -3 |
| Espèces invasives | -3 |
| Canton JU | -3 |

12.3.3 Incertitudes

Les incertitudes liées aux changements climatiques ont été classées dans la catégorie D. Cela signifie que le classement de l'impact est plausible mais avec de grandes incertitudes – dues notamment au manque d'études sur le sujet et au nombre de paramètres inconnus pouvant entrer en ligne de compte.

12.4 Liens avec la stratégie d'adaptation

La Figure 12-2 représente les liens avec les différents champs d'action et les mesures du plan d'action de la stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques.

Les impacts mis en évidence dans la présente analyse du risque concordent avec les champs d'action de la stratégie d'adaptation. Il s'agit de la perte de diversité génétique, de l'évaluation et du maintien des milieux naturels et des espèces, des menaces exercées par les espèces exotiques, de la mise en réseau de biotopes ainsi que de la considération des prestations écosystémiques fournies par les différents écosystèmes.

Les mesures mettent tout particulièrement l'accent sur la préservation des différents milieux et espèces ainsi que sur la lutte contre les espèces invasives.

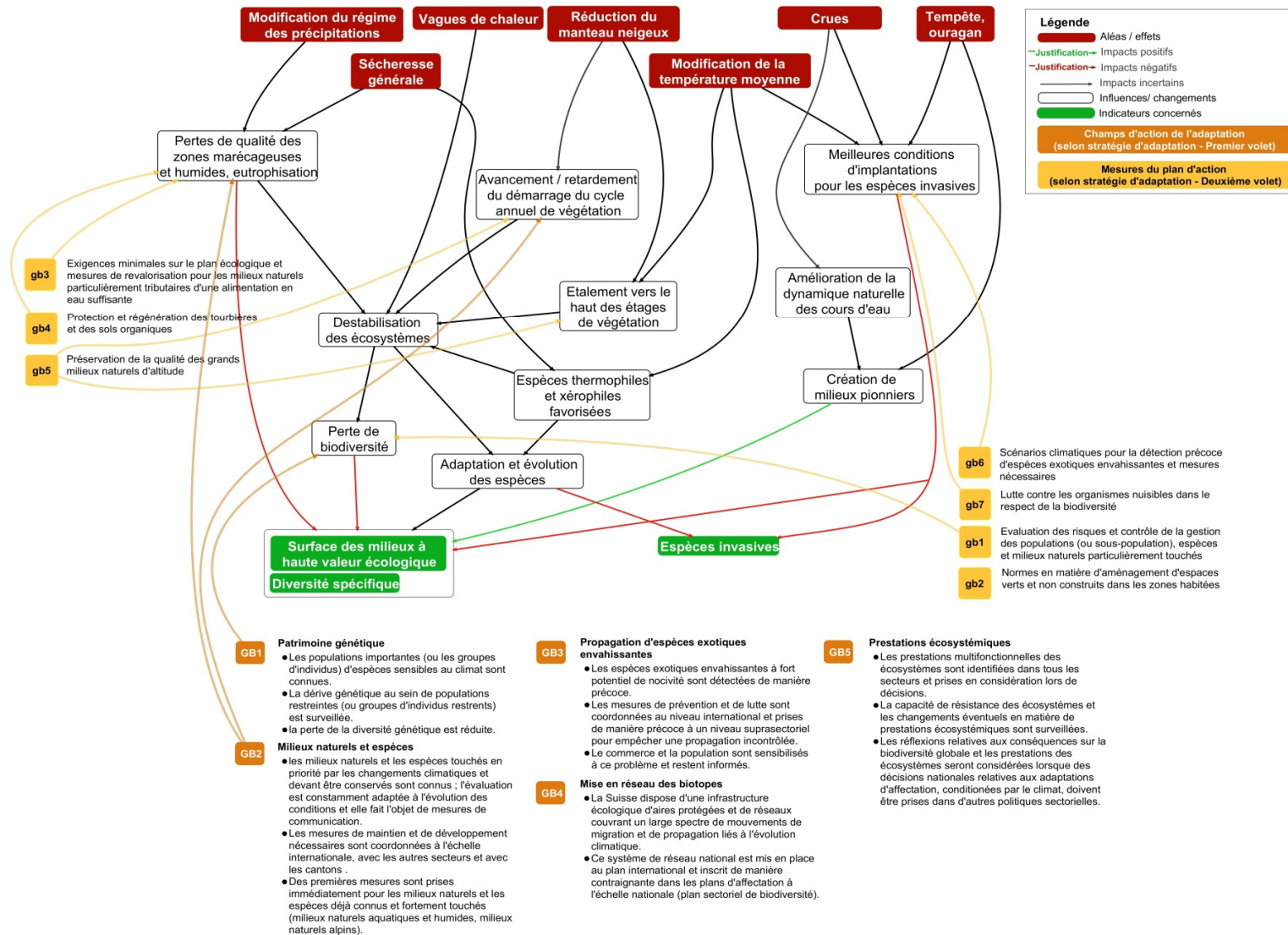


Figure 12-2 Chaîne d'impact des aléas/effets modifiés par les changements climatiques et leurs impacts sur les indicateurs utilisés dans cette étude

12.5 Impacts du scénario socio-économique

Il est important de noter qu'une grande partie des espèces est menacée, même sans l'influence des changements climatiques. Les atteintes à la biodiversité sont de nos jours si nombreuses que les changements climatiques représentent une pression parmi d'autres, tout particulièrement dans les zones situées à basse altitude. Il n'est donc pas possible d'attribuer l'ensemble des modifications de la diversité des espèces aux changements climatiques (BDM facts 4, 2012, BVU 2010).

La biodiversité est en effet mise sous pression par divers facteurs, dont les principaux sont :

- La diminution des surfaces de milieux naturels.
- L'agriculture intensive.
- Le mitage du territoire et le morcellement du paysage (causés par le développement des zones d'habitation et d'infrastructures de transport).
- Le développement d'espèces invasives.

Ces menaces sont tout aussi importantes que celles représentées par les changements climatiques.

Ces problématiques (mitage du territoire, préservation des biotopes d'importance, etc.) sont néanmoins dorénavant connues du grand public et des politiques. Il est en général admis que le développement territorial actuel n'est pas durable et que des changements de pratique sont nécessaires. Nous pouvons donc imaginer qu'une attention toujours plus importante sera portée à la conservation de la biodiversité.

De plus, le conflit potentiel entre protection du climat et protection de la biodiversité peut être considéré comme un risque supplémentaire. Il a par exemple déjà été question de cultiver de la biomasse sur le Plateau à des fins de remplacement des combustibles fossiles (biocarburants). Avec l'évolution des conditions climatiques, ce genre de cultures pourrait être envisagé même dans les zones aujourd'hui préservées des impacts de l'agriculture intensive, comme les Franches-Montagnes. Cela engendrerait une perte de la biodiversité dans ces nouvelles zones cultivées (FBD, 2007). De même, la production d'énergie hydraulique dans le canton du Jura pourra être une réponse à la nécessité de remplacer les énergies fossiles par d'autres sources. Les impacts des installations existantes, notamment sur la faune piscicole du Doubs, ont été abondamment relayés par la presse et des mesures ont été entreprises pour en réduire les effets négatifs (OFEN, 2012).

12.6 Références

- Bühler, C. (2012). Changement climatique. BDM-Facts, Nr. 4, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 5 S.
- BVU (2010). Auswirkungen des Klimawandels auf die Aufgabenbereiche des BVU. Statusbericht. Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau. 143 S.
- FBD (2007). Hotspot n° 16 – Biodiversité et changement climatique. Biodiversité : Dialogue entre recherche et pratique. Informations du Forum Biodiversité Suisse, Berne.
- FBD (2013). Hotspot n° 27 – Biodiversité alpine. Dialogue entre recherche et pratique. Informations du Forum Biodiversité Suisse, Berne.
- Huwyler, S., Plattner, M. und Roth, T. (2012). Hotspots der Tagfalterdiversität. BDM-Facts, Nr. 5, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 5 S.
- MétéoSuisse, OFEV (2013). Scénario climatique Suisse – un aperçu régional.
- OFEN (2012). Nouvelles mesures de gestion des débits sur le Doubs franco-suisse. Communiqué de presse du 13.08.2012. Berne.
- OFEV (2012a). Stratégie Biodiversité Suisse.
- OFEV (2012b). Adaptation aux changements climatiques en Suisse. Objectifs, défis et champs d'action. Premier volet de la stratégie du Conseil fédéral du 2 mars 2012.
- OFEV (2012c). Impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau, rapport de synthèse du projet « changement climatique et hydrologie et Suisse » (CCHydro). Connaissance de l'environnement n°1217 : Berne.
- OFEV (2012d). Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz im Sektor Wasserwirtschaft. Beitrag des Bundesamtes für Umwelt zur Anpassungsstrategie des Bundesrates. Bern.
- OFEV (2013). Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse, Informations sur le projet. www.bafu.admin.ch/pa-biodiversite.
- OFEV (2015). Biodiversité dans le canton du Jura. Priorités nationales pour la période 2016-2019 des conventions-programmes. Berne. 62 pp.
- OFS (2007). Morcellement du paysage en Suisse. Analyse du morcellement 1885-2002 et implications pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire.
- Plattner, M. und Altermatt, F. (2010). Klimaerwärmung verändert die Vielfalt. Spezialauswertung Talfalter. BDM-Facts, Nr. 1, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. 3 S.
- Rubin, A., Rubin, J.-F. & Wahli T. (2015). Projet MRP – Vaud 2013. Suivi des piscicultures productrices de truites. Fondation de la Maison de la Rivière, Tolochenaz. 56p.
- Schaub, G., Gremaud J., Studer J., Koenig P. & Ayé R. (2013). La survie du Tarier des prés *Saxicola rubetra* dans la vallée de l'Intyamon dépend de réformes dans la politique agricole. In *Nos Oiseaux* n°60, pp. 69-78.
- Straub, F., Pokorni, B., Miserez, J.-J., Montandon, P.-E. (2004). Note algologique III. Nuisances algales dans le Jura Suisse en 2003. In : *Bulletin de la société neuchâteloise des sciences naturelles* n°127, pp. 57-67.