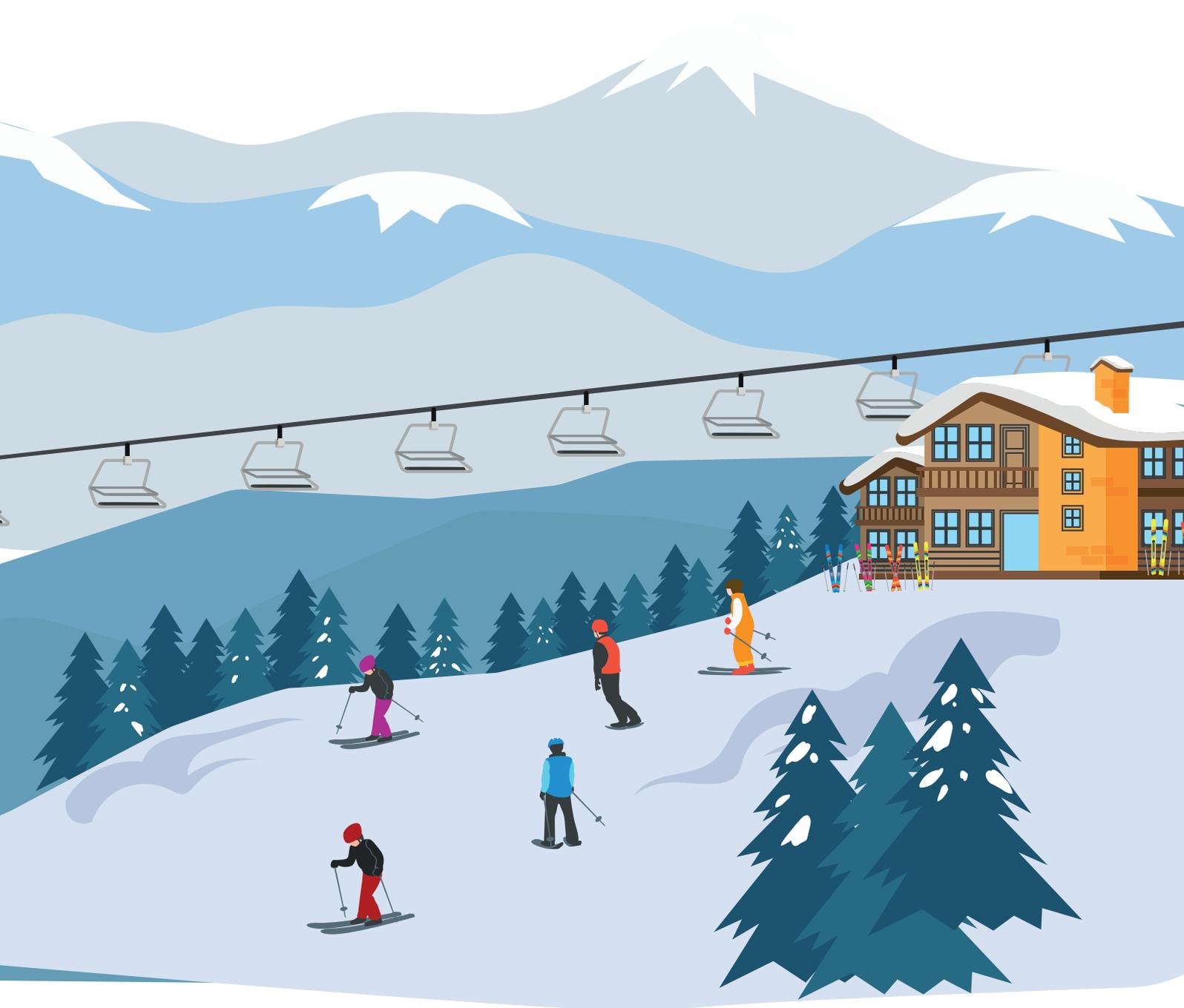


L'évolution de l'enneigement du Massif des Vosges





**METEO
FRANCE**

Étude région GRAND-EST

Evolution de l'enneigement du massif des Vosges

Version 2 : 03/04/23

| | | |
|--|--|--|
| Client : Région Grand-Est M. DENIAU Fabrice Chef de projet territoire des Vosges | Site de Metz ✉ Place Gabriel Hocquard CS 81004 57036 METZ Cedex 1 | |
|--|--|--|

| | | |
|--|---|--|
| Chargé d'affaires : M. JACOB Jean-Pierre DIRCE/C | @ jean-pierre.jacob@meteo.fr ☎ +33 6.07.44.91.53 |  METEO FRANCE |
| Responsable technique : Mme DROUIN Agathe DCSC/EMA | @ agathe.drouin@meteo.fr ☎ +33 5.61.07.82.69 | |

Évolutions successives

| Référence | Date | Version | Évolution |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------------------------------|
| Rapport complet (brouillon) | 23/01/23 | 0 (draft) | |
| Rapport complet | 01/02/23 | 1 | Mise en page et corrections |
| Rapport complet | 02/03/23 | 2 | Prise en compte remarques clients |

| | Nom | Service | |
|--------------|---------------------|----------|--|
| Rédacteur(s) | SAMACOITS Raphaëlle | DCSC/EMA | raphaelle.samacoits@meteo.fr |
| | CORTES Lylian | DCSC/EMA | lylian.cortes@meteo.fr |

| | | | |
|------------|------------------------|----------|--|
| Relecteurs | DROUIN Agathe | DCSC/EMA | agathe.drouin@meteo.fr |
| | CORRE Lola | DCSC/EMA | lola.corre@meteo.fr |
| | SOUBEYROUX Jean-Michel | DCSC/DAS | jean-michel.soubeyroux@meteo.fr |

Table des matières

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Objet de l'étude..... | 1 |
| 2 | Méthodologie..... | 2 |
| 2.1 | DRIAS-2020..... | 4 |
| 2.2 | Les données spécifiques montagne : le jeu ADAMONT..... | 7 |
| 2.3 | Les indicateurs..... | 12 |
| 2.4 | Climatologie..... | 13 |
| 3 | Résultats..... | 18 |
| 3.1 | Clés de lecture..... | 18 |
| 3.2 | Température hivernale (décembre à avril)..... | 22 |
| 3.2.1 | Evolution générale..... | 22 |
| 3.2.2 | Evolution à altitudes moyennes..... | 24 |
| 3.2.3 | Evolution à altitudes élevées..... | 27 |
| 3.2.4 | Conclusion partielle..... | 29 |
| 3.3 | Précipitations hivernales (novembre à avril)..... | 30 |
| 3.3.1 | Basses altitudes..... | 31 |
| | Ballon-Alsace..... | 31 |
| | Hautes-Vosges..... | 33 |
| 3.3.2 | Altitudes moyennes..... | 35 |
| | Ballon-Alsace..... | 35 |
| | Schirmeck..... | 39 |
| | Hautes-Vosges..... | 42 |
| 3.3.3 | Altitudes élevées..... | 46 |
| | Hautes-Vosges..... | 46 |
| 3.3.4 | Conclusion partielle..... | 48 |
| 3.4 | Précipitations neigeuses totales (décembre à avril)..... | 49 |
| 3.4.1 | Altitudes moyennes..... | 50 |
| | Ballon-Alsace..... | 50 |
| | Schirmeck..... | 53 |
| | Hautes-Vosges..... | 57 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.4.2 | Altitudes élevées..... | 60 |
| | Hautes-Vosges..... | 60 |
| 3.4.3 | Conclusion partielle..... | 62 |
| 3.5 | Épaisseur de neige naturelle moyenne de novembre à avril..... | 63 |
| 3.5.1 | Altitudes moyennes..... | 64 |
| | Ballon-Alsace..... | 64 |
| | Schirmeck..... | 67 |
| | Hautes-Vosges..... | 70 |
| 3.5.2 | Altitudes élevées..... | 73 |
| | Hautes-Vosges..... | 73 |
| 3.5.3 | Conclusion partielle..... | 75 |
| 3.6 | Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 30 cm..... | 76 |
| 3.6.1 | Altitudes moyennes..... | 77 |
| | Ballon-Alsace..... | 77 |
| | Schirmeck..... | 80 |
| | Hautes-Vosges..... | 83 |
| 3.6.2 | Altitudes élevées..... | 86 |
| | Hautes-Vosges..... | 86 |
| 3.6.3 | Conclusion partielle..... | 88 |
| 3.7 | Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 5 cm..... | 89 |
| 3.7.1 | Altitudes moyennes..... | 90 |
| | Ballon-Alsace..... | 90 |
| | Schirmeck..... | 93 |
| | Hautes-Vosges..... | 96 |
| 3.7.2 | Altitudes élevées..... | 99 |
| | Hautes-Vosges..... | 99 |
| 3.7.3 | Conclusion partielle..... | 101 |
| 3.8 | Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle..... | 102 |
| 3.8.1 | Début de saison..... | 102 |
| | Altitudes moyennes..... | 103 |
| | Ballon-Alsace..... | 103 |
| | Schirmeck..... | 107 |

| | |
|--|-----|
| Hautes-Vosges..... | 111 |
| Altitudes élevées..... | 115 |
| Hautes-Vosges..... | 115 |
| 3.8.2 Fin de saison..... | 117 |
| Altitudes moyennes..... | 118 |
| Ballon-Alsace..... | 118 |
| Schirmeck..... | 122 |
| Hautes-Vosges..... | 126 |
| Altitudes élevées..... | 130 |
| Hautes-Vosges..... | 130 |
| 3.8.3 Durée de la saison..... | 132 |
| Altitudes moyennes..... | 132 |
| Ballon-Alsace..... | 132 |
| Schirmeck..... | 134 |
| Hautes-Vosges..... | 136 |
| Altitudes élevées..... | 138 |
| Hautes-Vosges..... | 138 |
| 3.8.4 Conclusion partielle..... | 139 |
| 3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle..... | 140 |
| 3.9.1 Début de saison..... | 140 |
| Altitudes moyennes..... | 141 |
| Ballon-Alsace..... | 141 |
| Schirmeck..... | 145 |
| Hautes-Vosges..... | 149 |
| Altitudes élevées..... | 153 |
| Hautes-Vosges..... | 153 |
| 3.9.2 Fin de saison..... | 155 |
| Altitudes moyennes..... | 156 |
| Ballon-Alsace..... | 156 |
| Schirmeck..... | 160 |
| Hautes-Vosges..... | 164 |
| Altitudes élevées..... | 168 |

| | |
|--|-----|
| Hautes-Vosges..... | 168 |
| 3.9.3 Durée de la saison..... | 170 |
| Altitudes moyennes..... | 170 |
| Ballon-Alsace..... | 170 |
| Schirmeck..... | 172 |
| Hautes-Vosges..... | 174 |
| Altitudes élevées..... | 176 |
| Hautes-Vosges..... | 176 |
| 3.9.4 Conclusion partielle..... | 177 |
| 3.10 Équivalent en eau du manteau neigeux naturel..... | 178 |
| 3.10.1 Au 1 ^{er} avril..... | 178 |
| Altitudes élevées..... | 180 |
| Hautes-Vosges..... | 180 |
| 3.10.2 Au 1 ^{er} mai..... | 182 |
| Altitudes élevées..... | 184 |
| Hautes-Vosges..... | 184 |
| 3.10.3 Maximum annuel..... | 186 |
| Altitudes moyennes..... | 188 |
| Ballon-Alsace..... | 188 |
| Schirmeck..... | 192 |
| Hautes-Vosges..... | 195 |
| Altitudes élevées..... | 198 |
| Hautes-Vosges..... | 198 |
| 3.10.4 Conclusion partielle..... | 200 |
| 3.11 Précipitations extrêmes quotidiennes..... | 201 |
| 3.11.1 Hauteur précipitations extrêmes quotidiennes..... | 201 |
| 3.11.2 Nombre de jours avec précipitations extrêmes..... | 203 |
| 3.11.3 Conclusion partielle..... | 204 |
| 4 Conclusion..... | 205 |

Table des illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1: scénarios d'émissions de gaz à effet de serre - 5ème rapport du GIEC..... | 2 |
| Figure 2: schéma de descente d'échelle des simulations climatiques..... | 4 |
| Figure 3: modèles de climat sélectionnés dans le jeu DRIAS 2020..... | 5 |
| Figure 4: méthodologie de production du jeu de données ADAMONT-2020..... | 8 |
| Figure 5: liste des projections climatiques composant l'ensemble ADAMONT-2020 et de leurs couvertures temporelles..... | 8 |
| Figure 6: liste des massifs et territoires vosgiens et de leurs altitudes..... | 9 |
| Figure 7: Découpage par tranches d'altitudes dans le jeu ADAMONT-2020..... | 10 |
| Figure 8: Cartographie de la géométrie des territoires vosgiens..... | 10 |
| Figure 9: Carte des stations de ski vosgiennes et de leur altitude moyenne (en m)..... | 11 |
| Figure 10: liste des indicateurs atmosphériques et nivologiques étudiés ainsi que la source de données utilisées pour chacun des indicateurs..... | 12 |
| Figure 11: normales Aurelhy 1991-2020 en mm de précipitations sur la période de novembre à avril sur le territoire des Vosges..... | 14 |
| Figure 12: normales Aurelhy 1991-2020 en °C de la température minimale sur la période de décembre à avril sur le territoire des Vosges..... | 15 |
| Figure 13: exemple de graphique en boîte à moustaches : évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de hauteur de neige hivernale (m) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 19 |
| Figure 14: exemple de profil altitudinal :précipitations neigeuses hivernales (mm) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude, période 2081-2100, 3 RCPs..... | 20 |
| Figure 15: exemple d'évolution temporelle des précipitations totales hivernales (m) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m, réanalyse, période historique et 3 RCPs..... | 21 |
| Figure 16: évolution temporelle de la température hivernale (décembre-avril) moyenne (°C) pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 22 |
| Figure 17: température hivernale (décembre-avril) médiane (et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500 m), horizon 2041-2060, 3 scénarios RCPs et la période historique des modèles (1986-2005)..... | 23 |
| Figure 18: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la température hivernale (décembre - avril) (°C) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 24 |
| | 24 |
| Figure 19: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des températures moyennes hivernales (décembre à | |

| | |
|--|----|
| avril) - 3 horizons temporels et 3 RCP- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 25 |
| Figure 20: médiane du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 25 |
| Figure 21: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la température hivernale (décembre - avril) (°C) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 26 |
| Figure 22: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des températures moyennes hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP- - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 26 |
| Figure 23: médiane du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005-territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 26 |
| Figure 24: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la température hivernale (décembre - avril) (°C) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 27 |
| Figure 25: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des températures moyennes hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 28 |
| Figure 26: médiane du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 28 |
| | 28 |
| Figure 27: médiane (par altitude et par territoire) du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005 pour le RCP4.5, horizon 2081-2100..... | 29 |
| Figure 28: évolution temporelle des précipitations hivernales novembre-avril pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 30 |
| Figure 29: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations hivernales novembre-avril par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 300 m..... | 31 |
| Figure 30: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 300 m..... | 32 |
| Figure 31: médiane des changements de précipitations totales hivernales par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 300 m..... | 32 |
| Figure 32: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations hivernales novembre-avril par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 300 m..... | 33 |
| Figure 33: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 300 m..... | 33 |
| Figure 34: médiane des changements de précipitations totales hivernales par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 300 m..... | 34 |
| Figure 35: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (kg m ⁻²) par | |

| | |
|--|----|
| période de 20 ans pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 35 |
| Figure 36: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 36 |
| Figure 37: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 36 |
| Figure 38: évolution des (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 37 |
| Figure 39: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 37 |
| Figure 40: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 38 |
| Figure 41: évolution des (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m..... | 39 |
| Figure 42: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 40 |
| Figure 43: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Schirmeck à 900 m..... | 40 |
| Figure 44: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 41 |
| Figure 45: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 41 |
| Figure 46: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 41 |
| Figure 47: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 42 |
| Figure 48: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 43 |
| Figure 49: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 43 |
| Figure 50: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 44 |
| Figure 51: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Figure 52: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 45 |
| Figure 53: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 46 |
| Figure 54: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 47 |
| Figure 55: médiane des changements de précipitations totales hivernales par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 47 |
| Figure 56: précipitations totales hivernales (mm) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude, période 2081-2100, 3 RCPs..... | 48 |
| Figure 57: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100 (x → pas de données à cette altitude pour un territoire donné)..... | 48 |
| Figure 58: évolution temporelle des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) pour le territoire des hautes-Vosges à 900m..... | 49 |
| Figure 59: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur - territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 50 |
| Figure 60: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 50 |
| Figure 61: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 51 |
| Figure 62: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur - territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 51 |
| Figure 63: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 52 |
| Figure 64: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 52 |
| Figure 65: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur - pour le territoire de Schirmeck à 900m..... | 53 |
| Figure 66: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons | |

| | |
|---|----|
| temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 900m..... | 53 |
| Figure 67: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 900m..... | 54 |
| Figure 68: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 55 |
| Figure 69: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 55 |
| Figure 70: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période- territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 56 |
| Figure 71: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 57 |
| Figure 72: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 57 |
| Figure 73: médiane des changements de précipitations neigeuses par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 58 |
| Figure 74: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 58 |
| Figure 75: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 59 |
| Figure 76: médiane des changements de précipitations neigeuses par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 59 |
| Figure 77: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 60 |
| Figure 78: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 60 |
| Figure 79: médiane des changements de précipitations neigeuses par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 61 |
| Figure 80: médiane des changements de précipitations neigeuses (par altitude et par territoire) par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100..... | 62 |

| | |
|--|----|
| Figure 81: évolution temporelle de l'épaisseur hivernale (novembre-avril) du manteau neigeux (m) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 63 |
| Figure 82: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 900 m | 64 |
| Figure 83: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 64 |
| Figure 84: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 65 |
| Figure 85: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 1200 m | 65 |
| Figure 86: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 66 |
| Figure 87: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 66 |
| Figure 88: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m... | 67 |
| Figure 89: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 900 m..... | 67 |
| Figure 90: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 67 |
| Figure 91: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m. | 68 |
| Figure 92: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 69 |
| Figure 93: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 69 |
| Figure 94: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 70 |
| Figure 95: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 70 |
| Figure 97: Médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Figure 98: médiane de l'évolution de l'épaisseur de neige hivernale par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 71 |
| Figure 99: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 72 |
| Figure 100: médiane de l'évolution de la hauteur de neige hivernale par rapport à la période historique 1986-2005..... | 72 |
| Figure 101: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 73 |
| Figure 102: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 73 |
| Figure 103: médiane de l'évolution de la hauteur de neige hivernale par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 74 |
| Figure 104: médiane de l'évolution de la hauteur de neige hivernale (par territoire et altitude) par rapport à la période historique 1986-2005, RCP4.5 - horizon 2081-2100..... | 75 |
| Figure 105: évolution temporelle du nombre de jours annuel dont l'épaisseur de neige est supérieure à 30 cm pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 76 |
| Figure 106: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 77 |
| Figure 107: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 78 |
| Figure 108: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 78 |
| Figure 109: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 78 |
| Figure 110: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 79 |
| Figure 111: Médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- Ballon-Alsace à 1200 m..... | 79 |
| Figure 112: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est | |

| | |
|--|----|
| supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m | 80 |
| Figure 113: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m | 80 |
| Figure 114: Médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m | 81 |
| Figure 115: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m | 81 |
| Figure 116: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique -territoire de Schirmeck à 1200 m | 82 |
| Figure 117: Médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Schirmeck à 1200 m | 82 |
| Figure 118: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m | 83 |
| Figure 119: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m | 83 |
| Figure 120: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire des Hautes-Vosges à 900m | 84 |
| Figure 121: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m | 84 |
| Figure 122: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP - territoire des Hautes-Vosges à 1200m | 85 |
| Figure 123: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005-territoire des Hautes-Vosges à 1200m | 85 |
| Figure 124: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m | 86 |
| Figure 125: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est | |

| | |
|---|----|
| supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 86 |
| Figure 126: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m.... | 87 |
| Figure 127: médiane de l'évolution du nombre de jours (par territoire et altitude) dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- - RCP4.5 - horizon 2081-2100..... | 88 |
| Figure 128: évolution temporelle du nombre de jours annuel dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm pour le territoire de Schirmeck à 900 m..... | 89 |
| Figure 129: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 90 |
| Figure 130: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 90 |
| Figure 131: Médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 91 |
| Figure 132: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 91 |
| Figure 133: Valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 92 |
| Figure 134: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 92 |
| Figure 135: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m | 93 |
| Figure 136: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m | 93 |
| Figure 137: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 900 m..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| Figure 138: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 94 |
| Figure 139: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m | 94 |
| Figure 140: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 95 |
| Figure 141: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 96 |
| Figure 142: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 96 |
| Figure 143: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 97 |
| Figure 144: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 97 |
| Figure 145: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 97 |
| Figure 146: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 98 |
| | 98 |
| Figure 147: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 99 |
| Figure 148: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 99 |
| Figure 149: Médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 100 |

| | |
|--|-----|
| Figure 150: médiane des changements du nombre de jours (par territoire et altitude) dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100..... | 101 |
| Figure 151: évolution temporelle de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200m..... | 102 |
| Figure 152: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 103 |
| Figure 153: Valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 104 |
| Figure 154: Médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 900 m..... | 104 |
| Figure 155: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 104 |
| Figure 156: Valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Ballon Alsace à 1200 m..... | 105 |
| Figure 157: Médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 territoire de Ballon Alsace à 1200 m..... | 106 |
| Figure 158: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m..... | 107 |
| Figure 159: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 108 |
| Figure 160: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Schirmeck à 900 m | 108 |
| Figure 161: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de | |

| | |
|---|-----|
| Schirmeck à 1200 m..... | 109 |
| Figure 162: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 110 |
| Figure 163: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Schirmeck à 1200 m | 110 |
| Figure 164: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 111 |
| Figure 165: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 112 |
| Figure 166: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005..... | 112 |
| Figure 167: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 113 |
| Figure 168: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique-territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 114 |
| Figure 169: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 114 |
| Figure 170: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 115 |
| Figure 171: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique, territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 116 |
| Figure 172: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - Hautes-Vosges à 1500 m..... | 116 |
| Figure 173: évolution temporelle de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur | |

| | |
|--|-----|
| de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 117 |
| Figure 174: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 118 |
| Figure 175: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 119 |
| Figure 176: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 119 |
| Figure 177: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 120 |
| Figure 178: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 120 |
| Figure 179: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 121 |
| Figure 180: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m..... | 122 |
| Figure 181: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 123 |
| Figure 182: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 900 m | 123 |
| Figure 183: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 124 |
| Figure 184: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Schirmeck à 1200 m..... | 124 |

| | |
|---|-----|
| Figure 185: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Schirmeck à 1200 m | 125 |
| Figure 186: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 126 |
| Figure 187: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 127 |
| Figure 188: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 127 |
| Figure 189: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 128 |
| Figure 190: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 128 |
| Figure 191: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005..... | 129 |
| Figure 192: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 130 |
| Figure 193: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 131 |
| Figure 194: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 131 |
| Figure 195: évolution temporelle de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 140 |
| Figure 196: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à | |

| | |
|--|-----|
| 900 m..... | 141 |
| Figure 197: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 142 |
| Figure 198: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 142 |
| Figure 199: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 143 |
| Figure 200: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Ballon-Alsace à 1200 m..... | 143 |
| Figure 201: Médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 144 |
| Figure 202: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m..... | 145 |
| Figure 203: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 146 |
| Figure 204: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005..... | 146 |
| Figure 205: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 147 |
| Figure 206: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - tSchirmeck à 1200 m..... | 147 |
| Figure 207: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 1200 m | 148 |
| Figure 208: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges | |

| | |
|--|-----|
| à 900 m..... | 149 |
| Figure 209: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 150 |
| Figure 210: médiane du nombre de jours de retard de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 150 |
| Figure 211: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 151 |
| Figure 212: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de début d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - Hautes-Vosges à 1200 m..... | 151 |
| Figure 213: Médiane du nombre de jours de retard de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 152 |
| Figure 214: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 153 |
| Figure 215: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 154 |
| Figure 216: médiane du nombre de jours de retard de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 154 |
| Figure 217: évolution temporelle de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 155 |
| Figure 218: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 156 |
| Figure 219: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 157 |
| Figure 220: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à | |

| | |
|--|-----|
| 900 m..... | 157 |
| Figure 221: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 158 |
| Figure 222: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Ballon-Alsace à 1200 m..... | 158 |
| Figure 223: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 159 |
| Figure 224: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m | 160 |
| Figure 225: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 900 m..... | 161 |
| Figure 226: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 161 |
| Figure 227: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 162 |
| Figure 228: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Schirmeck à 1200 m..... | 162 |
| Figure 229: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005..... | 163 |
| Figure 230: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 164 |
| Figure 231: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m. | 165 |
| Figure 232: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 165 |

| | |
|---|-----|
| Figure 233: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 166 |
| Figure 234: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m | 166 |
| Figure 235: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 167 |
| Figure 236: Figure XX : Evolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 168 |
| Figure 237: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m | 169 |
| Figure 238: médiane du nombre de jours d'avance de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 169 |
| Figure 239: évolution temporelle de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} avril pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 178 |
| Figure 240: équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} avril (médiane et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500m), horizon 2081-2100, 3 scénarios RCPs..... | 179 |
| Figure 241: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel au 1 ^{er} avril par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 180 |
| Figure 242: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} avril (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 181 |
| Figure 243: médiane de la baisse de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} avril par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 181 |
| Figure 244: évolution temporelle de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} mai pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 182 |
| Figure 245: équivalent en eau en mm du manteau neigeux au 1 ^{er} mai (médiane et quantiles 10 et | |

| | |
|---|-----|
| 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500m), horizon 2081-2100, pour les 3 scénarios RCPs..... | 183 |
| Figure 246: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel au 1er mai par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 184 |
| Figure 247: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} mai (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1500m..... | 185 |
| Figure 248: médiane de la baisse de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1 ^{er} mai par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 185 |
| Figure 249: évolution temporelle du maximum de l'équivalent en eau du manteau neigeux pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500m..... | 186 |
| Figure 250: maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (médiane et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500 m), horizon 2081-2100, 3 scénarios RCPs..... | 187 |
| Figure 251: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m | 188 |
| Figure 252: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m | 189 |
| Figure 253: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m..... | 189 |
| Figure 254: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m | 190 |
| Figure 255: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m | 190 |
| Figure 256: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m..... | 191 |
| Figure 257: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m. | 192 |
| Figure 258: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau | |

| | |
|--|-----|
| neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m.... | 192 |
| Figure 259: Médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m..... | 193 |
| Figure 260: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m | 193 |
| Figure 261: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m.. | 194 |
| Figure 262: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 1200 m..... | 194 |
| Figure 263: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m..... | 195 |
| Figure 264: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m | 195 |
| Figure 265: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900m..... | 196 |
| Figure 266: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 196 |
| Figure 267: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m..... | 197 |
| Figure 268: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200m..... | 197 |
| Figure 269: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 198 |
| Figure 270: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 199 |
| Figure 271: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m..... | 199 |

| | |
|---|-----|
| Figure 272: médiane des changements (par territoire et par altitude) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100..... | 200 |
| Figure 273: médiane (Q50) en mm des précipitations extrêmes quotidiennes sur la période 1976-2005..... | 201 |
| Figure 274: médiane (Q50) en mm de l'écart en mm des précipitations extrêmes quotidiennes sur la période 2041-2070 avec le scénario médian RCP4.5 par rapport à la période 1976-2005..... | 202 |
| Figure 275: médiane (Q50) du nombre de jours avec précipitations extrêmes quotidiennes sur la période 2041-2070 avec le scénario médian RCP4.5..... | 203 |

1 Objet de l'étude

L'objectif de cette étude est d'analyser les évolutions de l'enneigement naturel à différentes échéances 2030/2050/2090 sur le territoire des Vosges dans son ensemble. Cette analyse s'appuiera sur les meilleures informations disponibles, que ce soit les données historiques permettant de qualifier le climat actuel ou les projections climatiques pour en étudier les évolutions futures.

2 Méthodologie

L'étude de l'évolution du climat s'appuie sur des modèles physiques qui décrivent par des équations le système climatique et ses composantes : atmosphère, océan, glaces de mer, végétation, rivières...

Pour simuler le climat de demain et tenir compte des évolutions socio-économiques possibles, les scientifiques, dans le cadre d'exercices internationaux de modélisation du climat, ont défini différents scénarios, reflète des évolutions possibles de nos sociétés.

Ces scénarios sont associés à différentes trajectoires d'évolution d'émissions de gaz à effet de serre dont dépendra l'intensité des changements climatiques à venir.

Dans le cadre du cinquième rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) , les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre suivant ont été retenus (Figure 1).

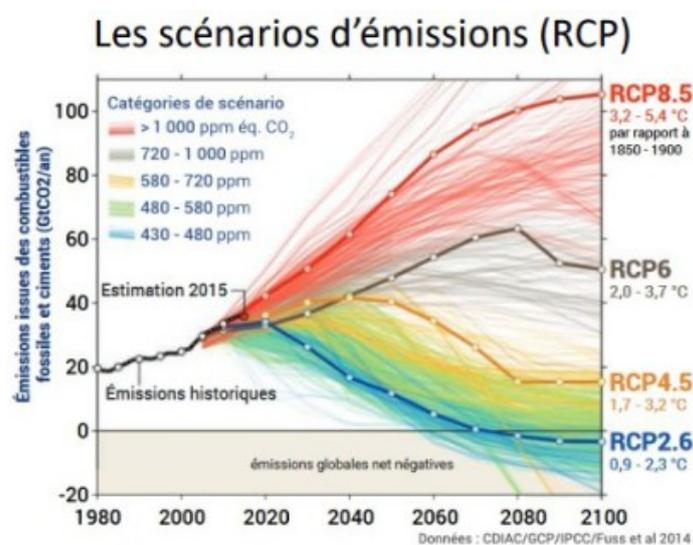


Figure 1: scénarios d'émissions de gaz à effet de serre - 5ème rapport du GIEC¹

Ces scénarios d'émissions sont utilisés en entrée de modèles de climat globaux (GCM pour Global Climate Model) qui modélisent le climat à l'échelle mondiale avec une résolution de 100 à 200 km.

La communauté scientifique sur le climat s'est organisée pour mettre en commun les simulations

¹ Estimation 2015 car l'article date de 2014

climatiques globales produites par les différents instituts au travers des exercices CMIP (Coupled Model Intercomparison Project) dans le cadre du programme international "World Climate Research Program".

En effet pour un scénario d'émission donné, le climat simulé diffère d'un modèle à l'autre, et pour tenir compte de cette incertitude liée aux modèles et mieux représenter la gamme des futurs possibles il est nécessaire de considérer un large ensemble de projections climatiques.

Afin de mieux représenter les phénomènes locaux y compris le relief, une étape supplémentaire de modélisation est nécessaire : la modélisation régionale (RCM pour Regional Climate Model). Ces modèles sont très semblables aux modèles globaux dans leur construction, mais représentent plus finement le système climatique sur une sous partie du globe (résolution de 10 à 20 km environ).

La coopération internationale entre les centres de modélisation régionale s'inscrit dans le cadre du programme Cordex. Ce programme vise à produire des ensembles de simulations climatiques régionales forcées par les modèles GCM de l'exercice CMIP5 sur les différents continents pour les mêmes scénarios et dans un cadre commun.

● Dans le cadre d'EURO-CORDEX (programme Cordex sur l'Europe) seuls 3 scénarios d'émissions de gaz à effet de serre ont été utilisés :

- **le scénario RCP2.6 avec une augmentation des émissions jusqu'en 2030 et une baisse jusqu'en fin de siècle (conforme à l'accord de Paris 2015).**
- **le scénario RCP4.5 avec une augmentation des émissions jusqu'en 2050, une baisse puis une stagnation à partir de 2080**
- **le scénario RCP8.5 avec une augmentation continue des émissions jusqu'en fin de siècle.**

L'ensemble EURO-CORDEX à 12 km de résolution comprend une centaine de simulations. Elles constituent une base d'une richesse incomparable pour les services climatiques mais sont difficiles à utiliser vu leur nombre et variété. Météo-France a sélectionné de manière experte un sous ensemble de ces simulations pour constituer des jeux de référence sur la France métropolitaine. Pour tenir compte des spécificités locales du climat, les données ont été ajustées statistiquement par rapport aux observations climatiques de référence pour la France (jeu DRIAS-2020) et pour la montagne (jeu ADAMONT).

2.1 DRIAS-2020

L'évolution future des paramètres atmosphériques sur la France est décrite par les simulations climatiques de référence de l'ensemble DRIAS-2020, disponibles sur le portail DRIAS^{les futurs du climat} (<http://www.drias-climat.fr/>).

L'ensemble DRIAS-2020 a été élaboré par Météo-France, dans le cadre de la convention des services climatiques soutenue par le Ministère de la Transition Écologique, avec l'appui scientifique du Centre National de Recherches Météorologiques, du Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique et de l'Institut Pierre-Simon Laplace.

La figure 2 résume le processus utilisé pour obtenir ces simulations à l'échelle de la France.

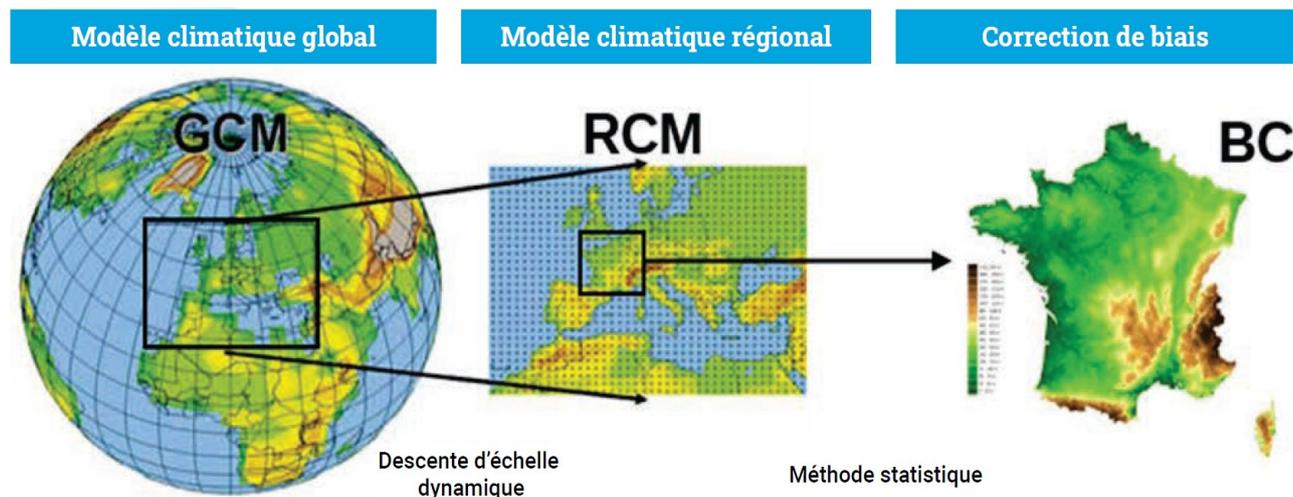


Figure 2: schéma de descente d'échelle des simulations climatiques

2 Méthodologie

2.1 DRIAS-2020

L'ensemble DRIAS-2020 couvre les trois scénarios RCP : RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5.

L'ensemble DRIAS-2020 s'appuie sur 12 couples de modèles (GCM, RCM) issus de l'ensemble EURO-CORDEX. L'objectif du choix de ces couples était de conserver la diversité des futurs possibles proposés par les modèles EURO-CORDEX avec un nombre réduit de modèles.

Les simulations débutent au plus tard dans les années 1970 et se terminent à la fin du XXIème siècle. On distingue la période dite « historique » jusqu'en 2005, et la période « projection » qui s'étend de 2006 à la fin du siècle.

Ces simulations régionales sont ajustées statistiquement à partir des observations de référence 1976-2005 sur le climat de la France (réanalyse SAFRAN), puis projetées sur la grille régulière SIM2 (8 km de résolution).

Les 12 couples de modèles retenus dans l'ensemble DRIAS-2020 et les scénarios RCP disponibles pour chaque couple sont énumérés dans le tableau suivant.

| GCM | RCM | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP8.5 |
|-----------------|------------|--------|--------|--------|
| CNRM-CM5 r1 | ALADIN63 | x | x | x |
| CNRM-CM5 r1 | RACMO22E | x | x | x |
| IPSL-CM5A-MR r1 | WRF381P | | x | x |
| IPSL-CM5A-MR r1 | RCA4 | | x | x |
| HadGEM2-ES r1 | RegCM4-6 | x | | x |
| HadGEM2-ES r1 | CCLM4-8-17 | | x | x |
| EC-EARTH r12 | RACMO22E | x | x | x |
| EC-EARTH r12 | RCA4 | x | x | x |
| MPI-ESM-LR r1 | CCLM4-8-17 | x | x | x |
| MPI-ESM-LR r1 | REMO | x | x | x |
| NorESM1-M r1 | HIRHAM5 | x | x | x |
| NorESM1-M r1 | REMO | | | x |

Figure 3: modèles de climat sélectionnés dans le jeu DRIAS 2020

Pour plus de précisions sur le jeu de données DRIAS-2020, on pourra se référer au rapport DRIAS-2020: www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf.

2.2 Les données spécifiques montagne : le jeu ADAMONT

Le projet AdaMont « Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne », soutenu par le programme GICC (Gestion des Impacts du Changement Climatique) et l'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique), a été réalisé en partenariat entre Irstea, le Centre National de la Recherche Météorologique et les Parcs Naturels Régionaux du Vercors et des Préalpes de 2015 à 2018. Il s'est intéressé à caractériser et à projeter les impacts du changement climatique dans les territoires de moyenne montagne, et à proposer une méthodologie d'approche intégrée de l'adaptation au changement climatique à l'échelle de ces territoires, dans une démarche participative et pluridisciplinaire.

Ce projet a donné naissance à un premier jeu de données, ADAMONT-2017, téléchargeable sur le portail DRIAS. En 2020, ce jeu a été mis à jour et étendu pour une utilisation plus large pour les services climatiques : 20 projections climatiques ont été traitées contre 14 en 2017, le jeu utilise également une référence climatique plus récente pour l'ajustement statistique aux données d'observations, la réanalyse S2M -2019 (Vernay et al, 2019² <https://doi.org/10.5194/essd-14-1707-2022>), une réanalyse est une combinaison des données observées et de sorties modèles numériques.

Le jeu a également été étendu à l'ensemble des territoires de moyennes montagne en France métropolitaine.

Le schéma suivant détaille la méthodologie de production du jeu de données ADAMONT-2020.

²Vernay, Matthieu et al. "The S2M meteorological and snow cover reanalysis over the French mountainous areas, description and evaluation (1958–2020)." (2021).

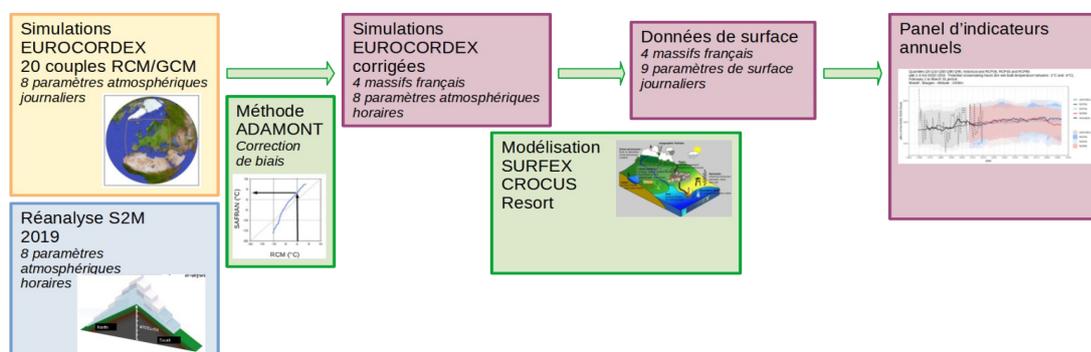


Figure 4: méthodologie de production du jeu de données ADAMONT-2020

Vingt simulations EUROCORDEX ont donc été sélectionnées (dont les 12 simulations retenues dans le jeu DRIAS-2020) couvrant les 3 scénarios d'émission de gaz à effet de serre **RCP2.6 (émissions faibles)**, **RCP4.5 (émissions modérées)**, **RCP8.5 (émissions fortes)** entre 1950 et 2100. Le détail des modèles de climat choisis est présenté dans le tableau ci-dessous (Figure 5).

| Nom de la simulation | Institution | GCM | RCM | Scénarios | Périodes disponibles | Variabes |
|--|-------------|-----------|------------|------------------------|----------------------|------------------|
| CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_CNRM-ALADIN63 | CNRM | CNRM-CM5 | ALADIN63 | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1951-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| CNRM-CERFACS-CNRM-CM_CLMcom-CCLM4-8-17 | CLMcom | CNRM-CM5 | CCLM4-8-17 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_CNRM-ALADIN53 | CNRM | CNRM-CM5 | ALADIN53 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_KNMI-RACMO22E | KNMI | CNRM-CM5 | RACMO22E | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_SMHI-RCA4 | SMHI | CNRM-CM5 | RCA4 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1970-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| ICHEC-EC-EARTH_CLMcom-CCLM4-8-17 | CLMcom | EC-EARTH | CCLM4-8-17 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| ICHEC-EC-EARTH_KNMI-RACMO22E | KNMI | EC-EARTH | RACMO22E | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| ICHEC-EC-EARTH_SMHI-RCA4 | SMHI | EC-EARTH | RCA4 | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1970-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MOHC-HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-6 | ICTP | HadGEM2 | RegCM4-6 | RCP8.5, —, RCP2.6 | 1981-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MOHC-HadGEM2-ES_CLMcom-CCLM4-8-17 | CLMcom | HadGEM2 | CCLM4-8-17 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1981-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MOHC-HadGEM2-ES_KNMI-RACMO22E | KNMI | HadGEM2 | RACMO22E | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1981-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MOHC-HadGEM2-ES_SMHI-RCA4 | SMHI | HadGEM2 | RCA4 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1981-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| IPSL-IPSL-CM5A-MR_IPSL-WRF381P | IPSL | IPSL-CM5A | WRF381P | RCP8.5, RCP4.5, — | 1951-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| IPSL-IPSL-CM5A-MR_IPSL-WRF331F | IPSL | IPSL-CM5A | WRF331F | RCP8.5, RCP4.5, — | 1951-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| IPSL-IPSL-CM5A-MR_SMHI-RCA4 | SMHI | IPSL-CM5A | RCA4 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1970-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| NCC-NorESM1-M_DMI-HIRHAM5 | DMI | Nor-ESM1 | HIRHAM5 v3 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1951-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| NCC-NorESM1-M_GERICS-REMO2015 | GERICS | Nor-ESM1 | REMO2015 | RCP8.5, —, RCP2.6 | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009 | CSC | MPI-ESM | REMO2009 | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MPI-M-MPI-ESM-LR_CLMcom-CCLM4-8-17 | CLMcom | MPI-ESM | CCLM4-8-17 | RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6 | 1950-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |
| MPI-M-MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4 | SMHI | MPI-ESM | RCA4 | RCP8.5, RCP4.5, — | 1970-2100 | 8 nivo ; 9 atmos |

Figure 5: liste des projections climatiques composant l'ensemble ADAMONT-2020 et de leurs couvertures temporelles.

Comme le jeu DRIAS-2020, ces simulations ont été ajustées statistiquement sur les territoires montagneux français, en utilisant la méthode ADAMONT. Le jeu de données servant de référence à cette étape est la réanalyse SAFRAN–SURFEX/ISBA–Crocus–MEPRA appelée réanalyse S2M-2019 (Vernay M. et al., <https://doi.org/10.5194/essd-14-1707-2022>). Ces données atmosphériques ajustées servent d'entrée à la chaîne de modélisation de surface SURFEX Crocus, qui permet de modéliser l'évolution du manteau neigeux naturel. En dernier lieu, des indicateurs météorologiques annuels (comme la température ou cumul de précipitations saisonnières, la hauteur de neige, le nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à un seuil etc) sont calculés à l'issue de ces modélisations.

Le jeu de données atmosphériques et de surface ADAMONT-2020 couvre 4 zones de territoires français : Alpes, Pyrénées, Corse et Moyenne montagne, dont les Vosges. Ces territoires sont subdivisés en sous-territoires, zones climatiques homogènes, à une résolution verticale de 300 m.

Concernant le territoire des Vosges, le jeu de données résultant est structuré en 5 sous-territoires, tenant en compte les spécificités météorologiques locales, et couvre la plage d'altitude entre 0 m et 1650 m par tranche de 300 m comme représenté sur la Figure 7. Dans la suite du rapport lorsqu'on mentionne l'altitude 300 m cela représente la tranche 150 m-450 m (150 m au-dessous et au-dessus de la valeur centrale, voir Figure 7).

| Territoire | Massif (nomenclature Meteo-France) | Nombre de tranches d'altitude | Gamme d'altitude |
|-------------------------------|---|--|-----------------------------|
| Centre Hautes-Vosges | Hautes-Vosges | 6 | 0 m - 1500 m |
| Schirmeck Champ du Feu | Schirmeck | 3 | 600 m - 1200 m |
| Piémont-Vallées-Bussang | Bussang-Ventron | 5 | 300 m - 1500 m |
| Grand-Ballon Crête-des-Vosges | Grand-Ballon Crête-des-Vosges | 4 | 600 m - 1500 m |
| Ballon d'Alsace | Ballon-Alsace | 4 | 300 m - 1200 m |

Figure 6: *liste des massifs et territoires vosgiens et de leurs altitudes*

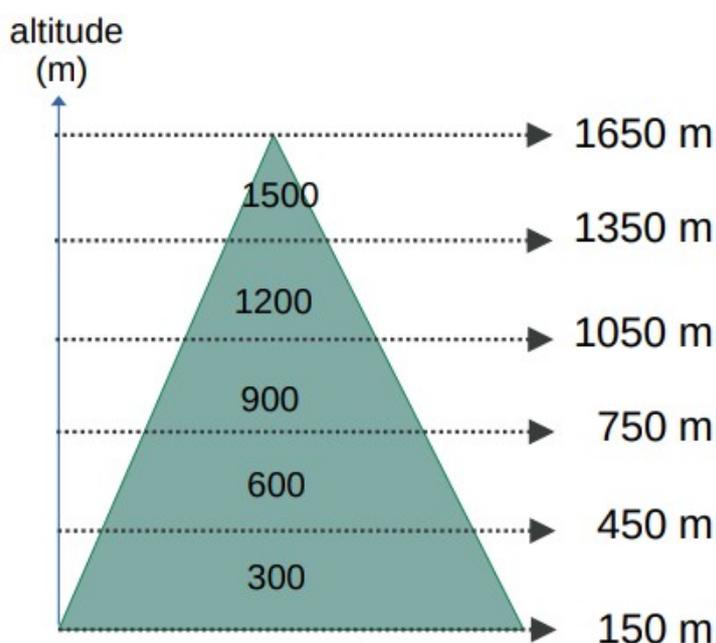


Figure 7: Découpage par tranches d'altitudes dans le jeu ADAMONT-2020

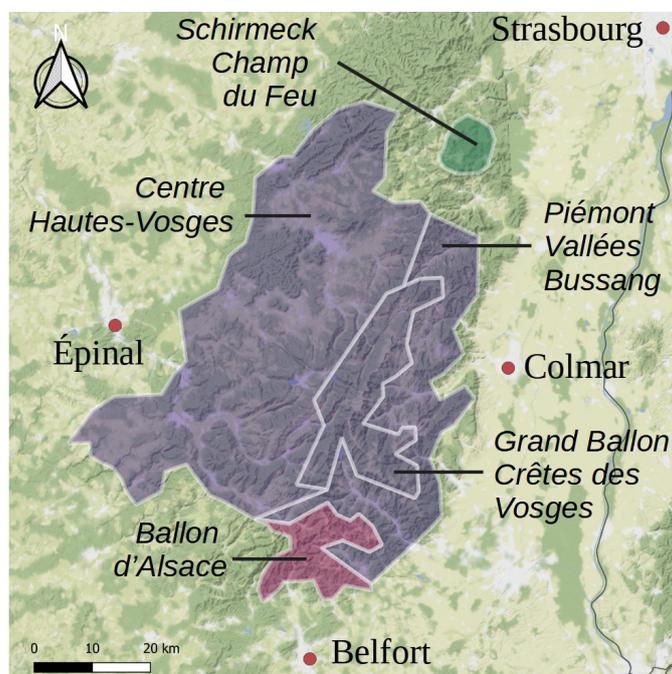


Figure 8: Cartographie de la géométrie des territoires vosgiens

2 Méthodologie

2.2 Les données spécifiques montagne : le jeu ADAMONT

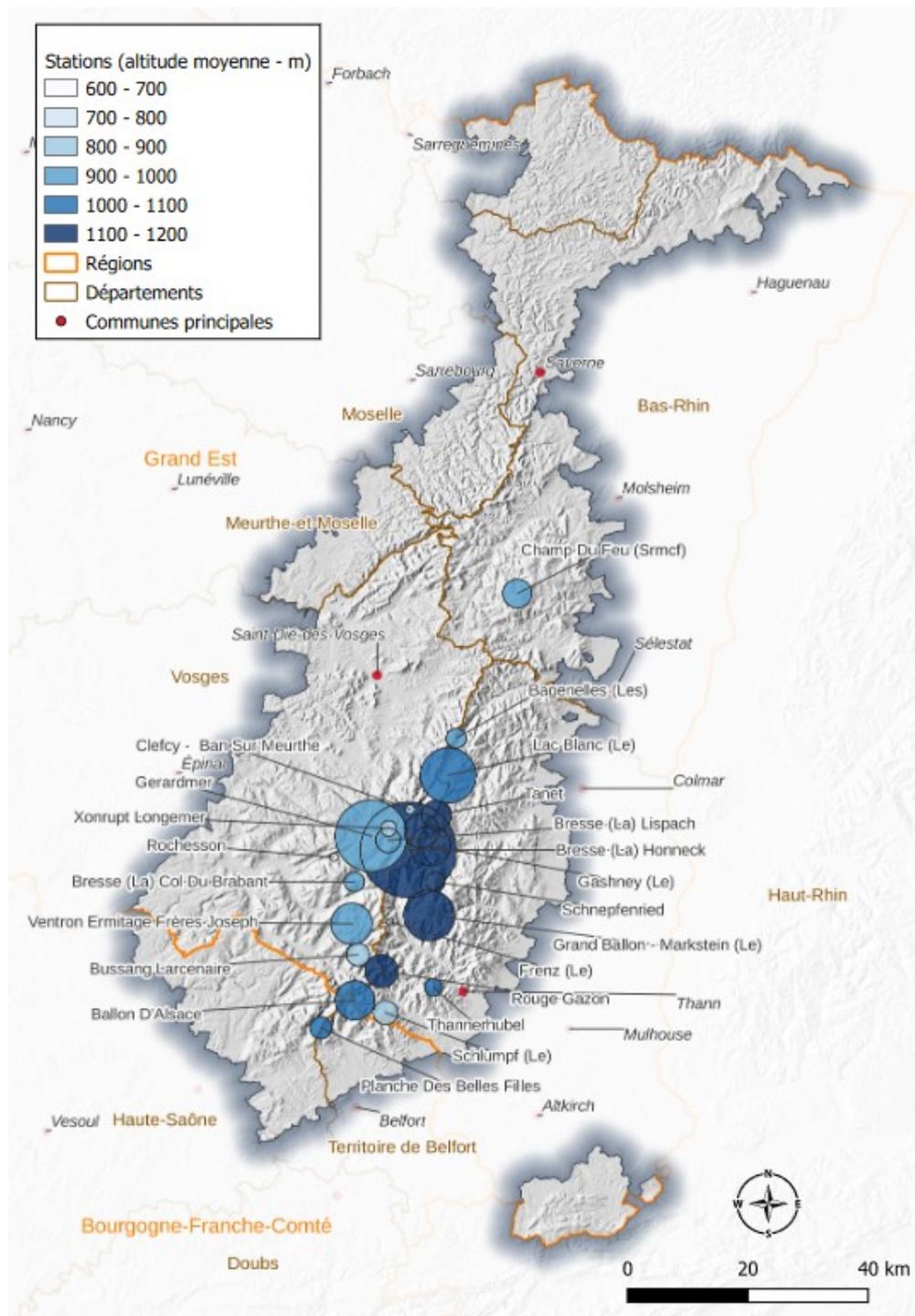


Figure 9: Carte des stations de ski vosgiennes et de leur altitude moyenne (en m)

2.3 Les indicateurs

Les indicateurs choisis permettent d'analyser les conditions climatiques et l'évolution du manteau neigeux pour différentes tranches d'altitude à l'échelle du territoire des Vosges.

| Description | Unité | Données utilisées |
|---|--------------------------|-------------------|
| Température moyenne saisonnière : période hivernale (mois de décembre à avril), | °C | ADAMONT - 2020 |
| → Cumul de précipitations totales (pluie et neige) → Cumul des précipitations neigeuses hivernales (neige uniquement) (mois de novembre à avril) | mm (kg.m ⁻²) | ADAMONT - 2020 |
| Précipitations extrêmes quotidiennes (Q99 ³) | mm (kg.m ⁻²) | DRIAS - 2020 |
| Nombre de jours de précipitations extrêmes (> Q99) | - | DRIAS - 2020 |
| Épaisseur moyenne en période hivernale (mois de novembre à avril) du manteau neigeux | cm | ADAMONT - 2020 |
| Nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 5 cm et 30 cm | - | ADAMONT - 2020 |
| Début et fin de saison : première/dernière date de la période continue la plus longue avec au moins 5cm/30 cm de neige naturelle au sol. | - | ADAMONT - 2020 |
| Maximum de l'équivalent en eau du manteau neigeux | mm ou kg.m ⁻² | ADAMONT - 2020 |
| Équivalent en eau du manteau neigeux au printemps : au 1 ^{er} avril, 1 ^{er} mai | mm ou kg.m ⁻² | ADAMONT - 2020 |

Figure 10: liste des indicateurs atmosphériques et nivologiques étudiés ainsi que la source de données utilisées pour chacun des indicateurs

3 Q99 : 99^e quantile de la distribution, valeur qui n'est pas dépassée 99 jours sur 100

2.4 Climatologie

L'objet de ce premier paragraphe est de caractériser la variabilité spatiale du climat du territoire Vosgien en période hivernale.

Quatre niveaux d'altitudes sont considérés : basse (300 m), moyenne (900 m et 1200 m) et élevée (1500 m).

Pour ces 4 niveaux, les territoires concernés sont les suivants :

- Basse 300 m : Hautes-Vosges, Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) et Ballon-Alsace.
- Moyenne 900 et 1200 m: Hautes-Vosges, Schirmeck, Grand-Ballon-Crête-des-Vosges, Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) et Ballon-Alsace
- Elevée 1500 m : Hautes-Vosges, Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang), Grand-Ballon-Crête-des-Vosges

Les indicateurs nivologiques seront analysés à partir de 900 m. L'altitude basse (300m) complétera les diagnostics pour le paramètre précipitations totales.

Le climat hivernal sera caractérisé en termes de températures (de décembre à avril) et de précipitations (de novembre à avril) sur une période récente (depuis 1991). Pour ce faire, on utilise les normales climatiques spatialisées pour la période 1991-2020 (normales **Aurelhy**), à la résolution kilométrique sur la France métropolitaine. La carte suivante montre que les précipitations les plus importantes se produisent sur le territoire du Ballon-d'Alsace (précipitations totales hivernales comprises entre 900 mm 1200 mm). A l'opposé, le territoire de Schirmeck présente les cumuls hivernaux moindres, compris entre 500 mm et 700 mm.

Pour rappel, 1 mm = 1 litre/m²

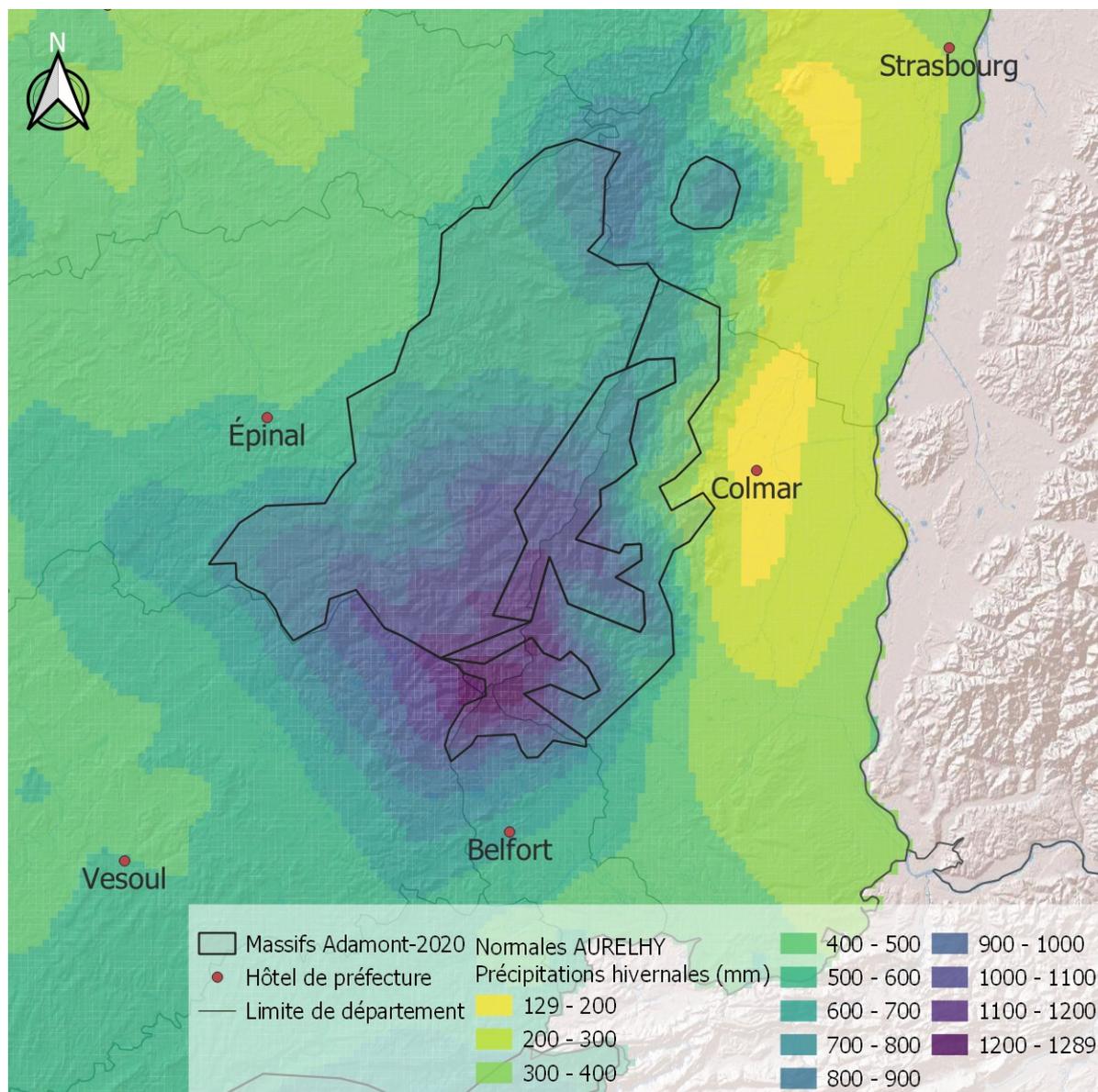


Figure 11: normales Aurelhy 1991-2020 en mm de précipitations sur la période de novembre à avril sur le territoire des Vosges

La carte suivante présente les températures minimales en période hivernale issues des normales Aurelhy. Les températures les plus basses se trouvent sur les lignes de crête (relief le plus haut),

sur les territoires de Grand Ballon- Crête des Vosges, Ballon Alsace et Schirmeck : les normales de la température minimale hivernale sont comprises entre -1.2°C et -0.2°C sur ces zones.

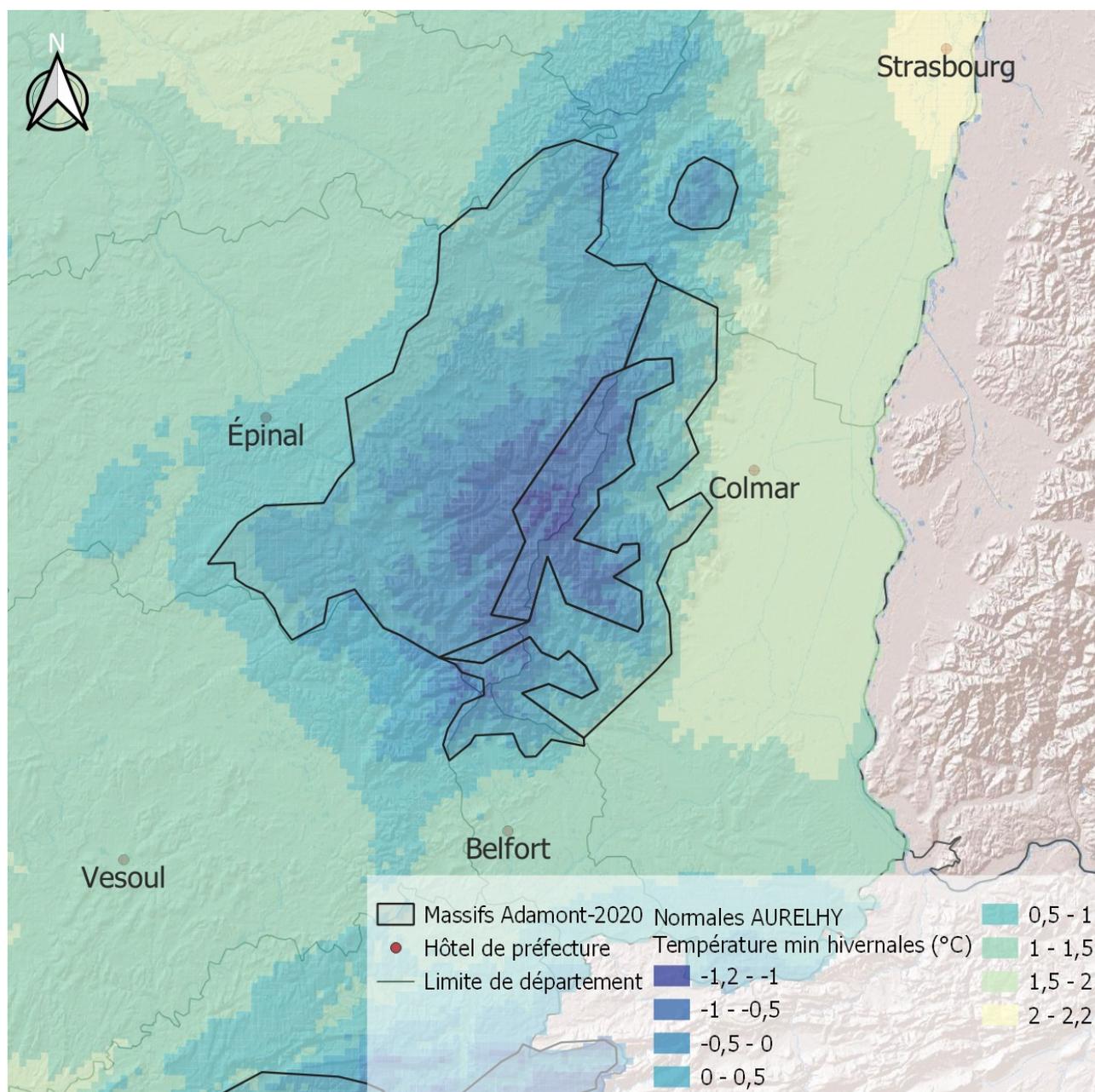


Figure 12: normales Aurelhy 1991-2020 en °C de la température minimale sur la période de décembre à avril sur le territoire des Vosges

2 Méthodologie

2.4 Climatologie

Les tableaux suivants décrivent les températures et précipitations moyennes à l'échelle des sous-territoires et à différents niveaux d'altitude pour la réanalyse S2M (référence climatique voir p 6) pour la période 1991-2015.

Pour rappel, la **médiane** est la valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure d'un ensemble de valeurs. Intuitivement, la médiane est ainsi le point milieu de l'ensemble (autant de valeurs en dessous qu'au dessus).

300 m

| | Médiane température moyenne | Médiane précipitations |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Hautes-Vosges | +4,5°C | 712 mm |
| Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) | +4,8°C | 664 mm |
| Ballon-Alsace | +4,5°C | 1023 mm |

900 m

| | Médiane température moyenne | Médiane précipitations |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Hautes-Vosges | +2,1°C | 889 mm |
| Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) | +2,3°C | 831 mm |
| Ballon-Alsace | +2,2°C | 1269 mm |
| Schirmeck | +1,5°C | 565 mm |
| Grand Ballon-Crête-des-Vosges | +2,2°C | 816 mm |

1200 m

| | Médiane température moyenne | Médiane précipitations |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Hautes-Vosges | +0,2°C | 977 mm |
| Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) | 0°C | 915 mm |
| Ballon-Alsace | 0°C | 1387 mm |
| Schirmeck | -0,1°C | 609 mm |
| Grand Ballon-Crête-des-Vosges | 0°C | 898 mm |

2 Méthodologie

2.4 Climatologie

1500 m

| | Médiane température moyenne | Médiane précipitations |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Hautes-Vosges | -1,2°C | 1065 mm |
| Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) | -1,2°C | 998 mm |
| Grand Ballon-Crête-des-Vosges | -1,4°C | 979 mm |

Au premier ordre, la température diminue avec l'altitude et les précipitations augmentent selon un gradient nord-sud. Les valeurs des paramètres principaux (températures et précipitations) sont très proches sur les Hautes-Vosges, Grand-Ballon-Crête-des-Vosges et Bussang-Ventron. En conséquence à l'aide de cette climatologie, les territoires peuvent se regrouper en 3 groupes :

- **Schirmeck**, plus froid et plus sec
- **Hautes-Vosges** (représentatif du regroupement), Grand-Ballon-Crête-des-Vosges, Bussang-Ventron (Piémont-Vallées-Bussang) moyennement arrosés
- **Ballon d'Alsace** très arrosé

Suivant l'altitude, nous déclinons les indicateurs comme il suit :

| territoire | 300 m | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|-------|-------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | x | x | x | x |
| Ballon-Alsace | x | x | x | |
| Schirmeck | | x | x | |

3 Résultats

Tous les résultats par territoires et par altitudes seront fournis à part. Cette fourniture contiendra l'ensemble des indicateurs par tranches d'altitudes, par horizons temporels et par scénarios RCP. Les formats .png et .csv seront fournis.

3.1 Clés de lecture

Les résultats sont présentés selon trois formats graphiques:

- boîte à moustaches,
- profil altitudinal
- évolution temporelle

Les caractéristiques de ces différents types de représentation sont les suivantes :

Boîte à moustaches

La boîte à moustaches permet de quantifier l'évolution et la dispersion d'une série de données.

La boîte à moustaches, voir l'exemple ci-dessous, présente les valeurs annuelles de hauteur de neige hivernale (en m), pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m pour différents horizons et ensemble de modèles :

- réanalyse S2M : 2 périodes sont représentées, 1961-1990 et 1991-2015,
- les modèles de climat sur la période historique 1986-2005,
- les modèles de climat en projection future pour 3 horizons (proche 2021-2040, moyen 2041-2060, lointain 2081-2100) et 3 scénarios RCPs.

3 Résultats

3.1 Clés de lecture

Pour la réanalyse, la série représentée se compose des valeurs annuelles, soit, pour un horizon de 30 ans, 30 valeurs : les quantiles Q5 Q10 Q50 Q90 Q95 présentés dans la boîte à moustaches sont calculés sur cette série de 30 valeurs. Concernant les modèles de climat, la série représentée se compose des valeurs annuelles pour chaque modèle de climat, soit, pour un horizon de 20 ans, 20 années x 20 modèles, soit 400 valeurs : les quantiles Q5 Q10 Q50 Q90 Q95 présentés dans la boîte à moustaches sont calculés sur cette série de 400 valeurs. La notation utilisée tout au long de ce rapport, par exemple 300 mm [150 mm ; 500 mm], fait référence à la médiane, et aux quantiles 5 et 95.

Le rectangle (boîte) est délimité par les quantiles Q10 et Q90 : 80 % des années de la série représentée sont comprises entre ces deux valeurs. La médiane Q50 de la série est matérialisée par la ligne horizontale dans la boîte : 50 % des années sont au-dessus de cette valeur et 50 % au-dessous. Les deux extrémités (figurant les moustaches du graphique) sont les quantiles 5 et 95 de la série. Les années les plus extrêmes (10 %) se situent au-delà de ces quantiles.

Sur l'exemple ci-après (Figure 11) à l'horizon 2041-2060, la médiane diminue par rapport à la période historique pour les 3 scénarios RCP. Avec le RCP4.5 à cette même échéance, 80 % des valeurs sont comprises entre 0,23 m et 1,07 m.

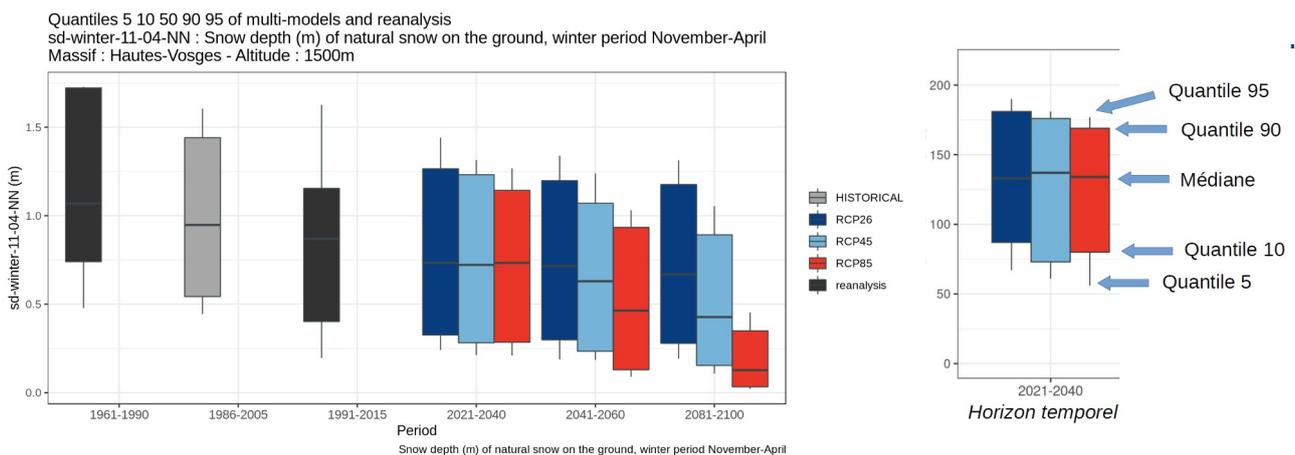


Figure 13: exemple de graphique en boîte à moustaches : évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de hauteur de neige hivernale (m) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

3 Résultats

3.1 Clés de lecture

Profil altitudinal

Le profil altitudinal permet de représenter l'évolution d'un indicateur (ici les précipitations neigeuses hivernales), en fonction de l'altitude à l'échelle d'un territoire (les Hautes-Vosges par exemple). La valeur médiane est matérialisée par un train plein, l'enveloppe colorée recouvre les quantiles 10 et 90. Pour un horizon temporel donné (ici 2081-2100), est représenté l'évolution de l'indicateur pour les 3 scénarios RCPs.

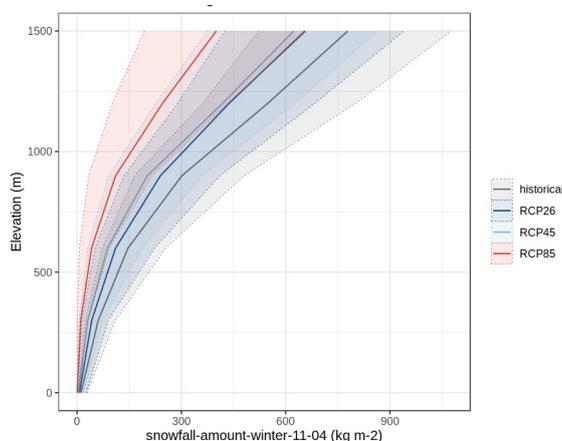


Figure 14: exemple de profil altitudinal :précipitations neigeuses hivernales (mm) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude, période 2081-2100, 3 RCPs

Évolution temporelle

Ce mode de représentation permet d'apprécier l'évolution temporelle d'un indicateur de 1950 à 2100, suivant les 3 scénarios RCP. Le graphique est construit de la manière suivante :

- trait noir pointillé : valeurs annuelles de la réanalyse S2M,
- trait noir plein : valeurs en moyenne glissante 15 ans de la réanalyse S2M,
- trait plein et enveloppe grisée : valeur moyenne et écart-type en moyenne glissante 15 ans de l'ensemble des modèles climatiques sur la période historique,
- traits pleins et enveloppes bleu foncé (RCP2.6), bleu clair (RCP4.5), rouge (RCP8.5) : valeur moyenne et écart-type en moyenne glissante 15 ans de l'ensemble des modèles climatiques sur la période future.

Dans un souci de lisibilité, les graphiques d'évolution temporelle présentés dans le rapport

3 Résultats

3.1 Clés de lecture

représentent seulement une enveloppe colorée de + ou – un écart-type. Les graphiques d'évolution temporelle avec les enveloppes 80 % et 90 % des valeurs seront livrés en complément. Du fait de la variabilité inter-annuelle et inter-modèles les enveloppes sont larges rendant le graphique peu exploitable.

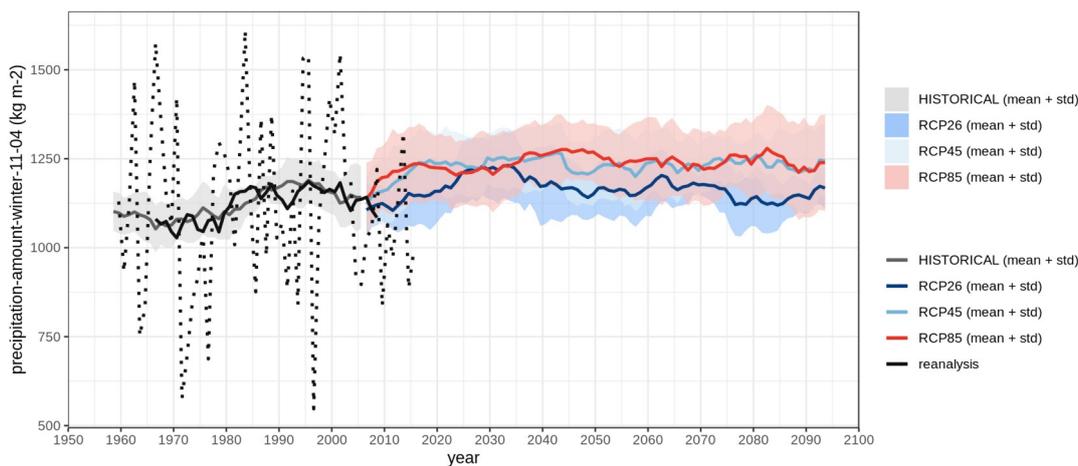


Figure 15: exemple d'évolution temporelle des précipitations totales hivernales (m) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m, réanalyse, période historique et 3 RCPs

3.2 Température hivernale (décembre à avril)

3.2.1 Evolution générale

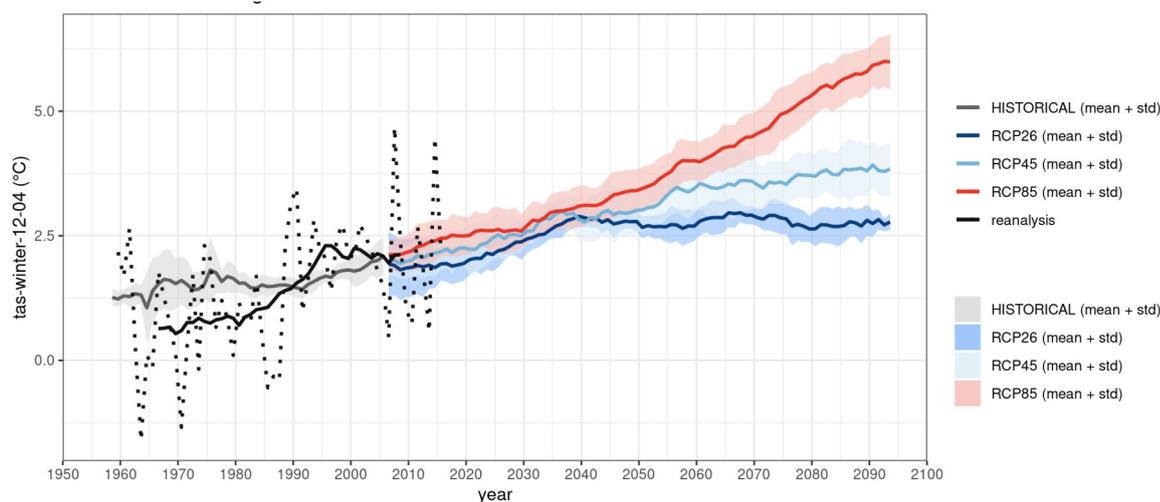


Figure 16: évolution temporelle de la température hivernale (décembre-avril) moyenne (°C) pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

On prend ici l'exemple du territoire des Hautes-Vosges à 900 m. La figure 14 montre le réchauffement attendu à l'échelle annuelle au cours du XXI^e siècle et pour les trois scénarios RCP. Le réchauffement est assez semblable pour les différents scénarios sur l'horizon proche. Il atteint environ +1°C en 2040 par rapport à la période historique 1986-2005. Sur la seconde moitié du siècle, à l'horizon 2041-2060, il varie nettement selon le RCP considéré :

- il reste aux alentours de +1.2°C pour le RCP2.6
- il atteint environ + 1.5°C pour le RCP4.5
- le réchauffement moyen pourrait être supérieur à +4°C en fin de siècle et avec le scénario le plus pessimiste (RCP8.5).

La figure 15 montre que le réchauffement est relativement **homogène** suivant l'altitude : l'écart entre la référence historique en gris et les scénarios (en rouge et bleu respectivement) varie peu. Le niveau de réchauffement est également **le même** pour tous les territoires. Dans un souci de clarté et de concision dans l'analyse des niveaux de températures hivernales présentée ci-après,

3 Résultats

3.2 Température hivernale (décembre à avril)

nous ne détaillerons qu'un territoire et qu'une altitude. Les résultats sont identiques pour tous les territoires et toutes les altitudes.

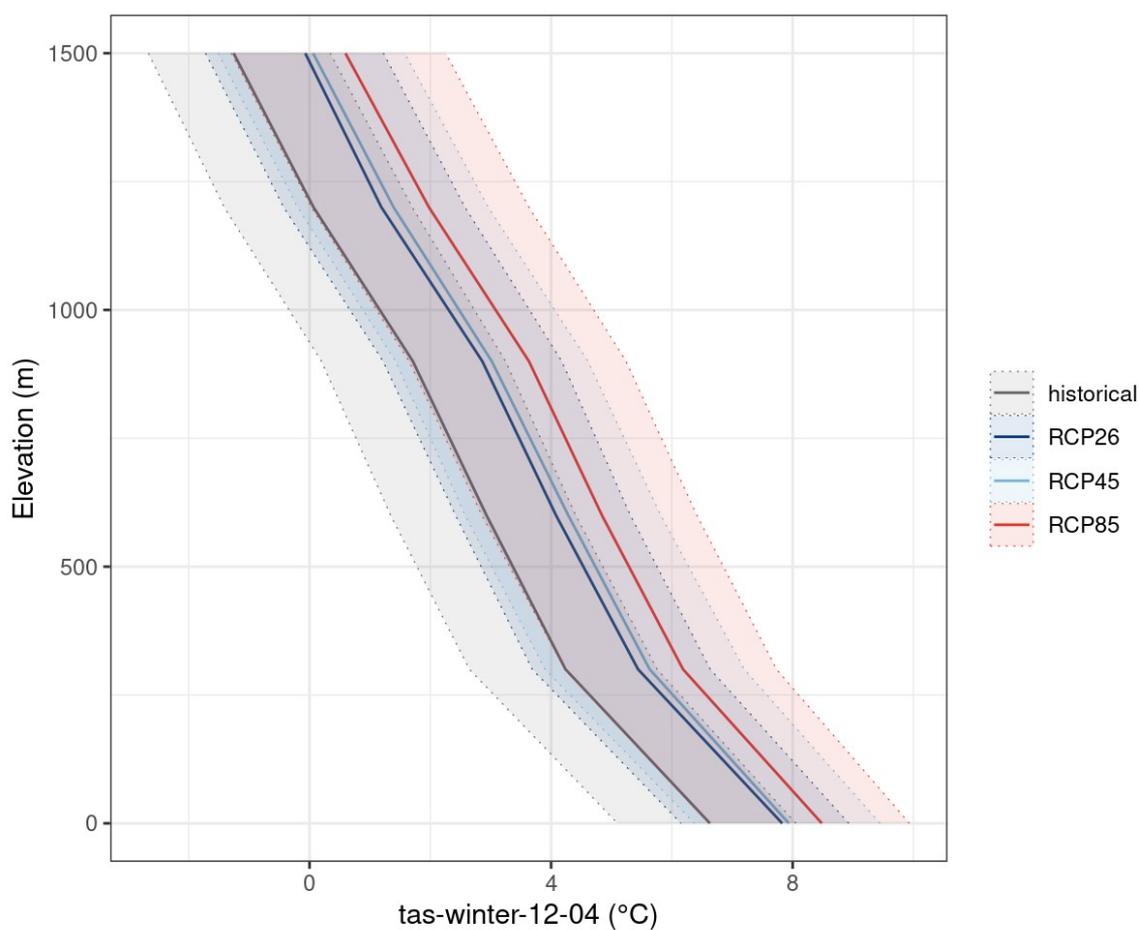


Figure 17: tempéature hivernale (décembre-avril) médiane (et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500 m), horizon 2041-2060, 3 scénarios RCPs et la période historique des modèles (1986-2005)

3.2.2 Evolution à altitudes moyennes

A 900 m, la température hivernale (décembre à avril) sur la période historique des modèles (représentée en gris) est estimée à 1,7 °C en médiane sur les valeurs annuelles de tous modèles confondus, avec un intervalle de confiance de [-0.5°C ;3.7°C] .

A l'horizon proche 2021-2040, la température hivernale médiane est comprise entre 2.4°C et 2.8°C selon les scénarios. À l'horizon moyen 2041-2060, les températures modélisées sont de 2.9°C, 3.0°C, 3.6°C, respectivement pour les scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5. En fin de siècle, la température du RCP2.6 se stabilise à 2.8°C [0.1°C ; 4.3°C], le réchauffement se poursuit pour les RCP4.5 et RCP8.5, les températures sont estimées respectivement à 4.1°C avec un intervalle de confiance de [1.2°C ; 5.5°C] et 5.9°C avec un intervalle de confiance de [3.9°C ; 7.4°C].

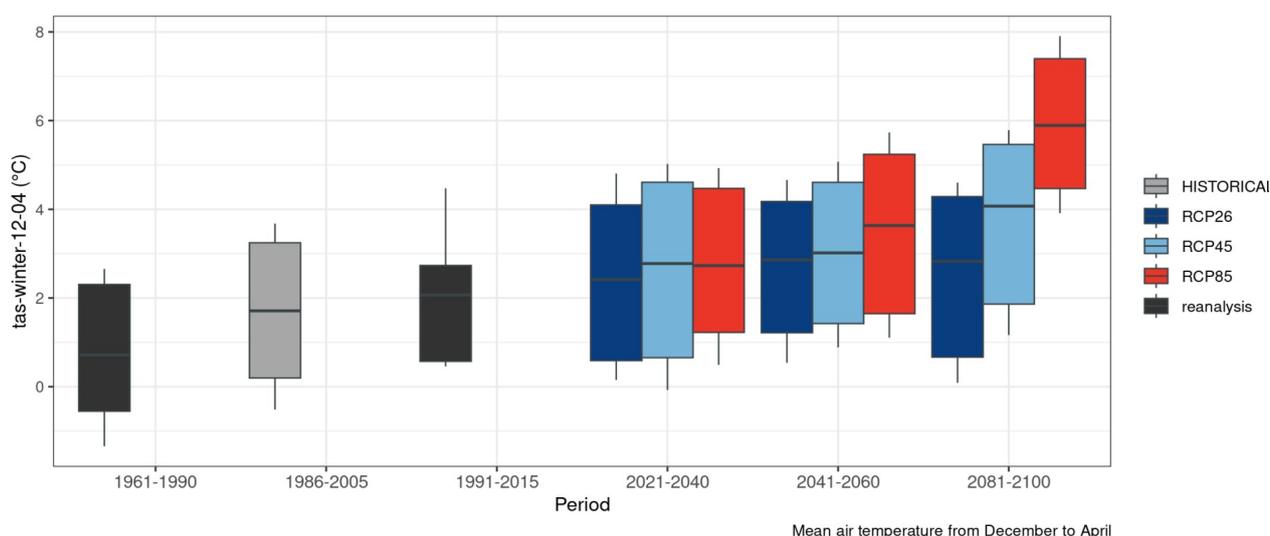


Figure 18: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la température hivernale (décembre - avril) (°C) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Historique | 1,7°C [-0,5°C;3,7°C] | | | |
| RCP2.6 | | 2.4°C [0.2°C ; 4.8°C] | 2.9°C [0.5°C ; 4.2°C] | 2.8°C [0.1°C ; 4.3°C] |
| RCP4.5 | | 2.8°C [-0.1°C ; 5.0°C] | 3.0°C [0.9°C ; 4.6°C] | 4.1°C [1.2°C ; 5.5°C] |
| RCP8.5 | | 2.7°C [0.5°C ; 4.9°C] | 3.6°C [1.1°C ; 5.2°C] | 5.9°C [3.9°C ; 7.4°C] |

Figure 19: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des températures moyennes hivernales (décembre à avril) - 3 horizons temporels et 3 RCP- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| RCP2.6 | +0.7°C | +1,1°C | +1,1°C |
| RCP4.5 | +1.1°C | +1,3°C | +2,4°C |
| RCP8.5 | +1.0°C | +1,9°C | +4,2°C |

Figure 20: médiane du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

A 1200 m d'altitude, l'évolution du réchauffement au cours des horizons temporels et selon les scénarios RCP est similaire à celui mis en évidence à 900 m. Estimé entre +0.7°C et +1.1°C par rapport à la période historique à l'horizon proche, le réchauffement médian est compris entre +1.1°C et +1,9°C à l'horizon moyen 2041-2060, et entre +1.2°C (RCP2.6) et +4.2°C (RCP8.5) en fin de siècle.

3 Résultats

3.2 Température hivernale (décembre à avril)

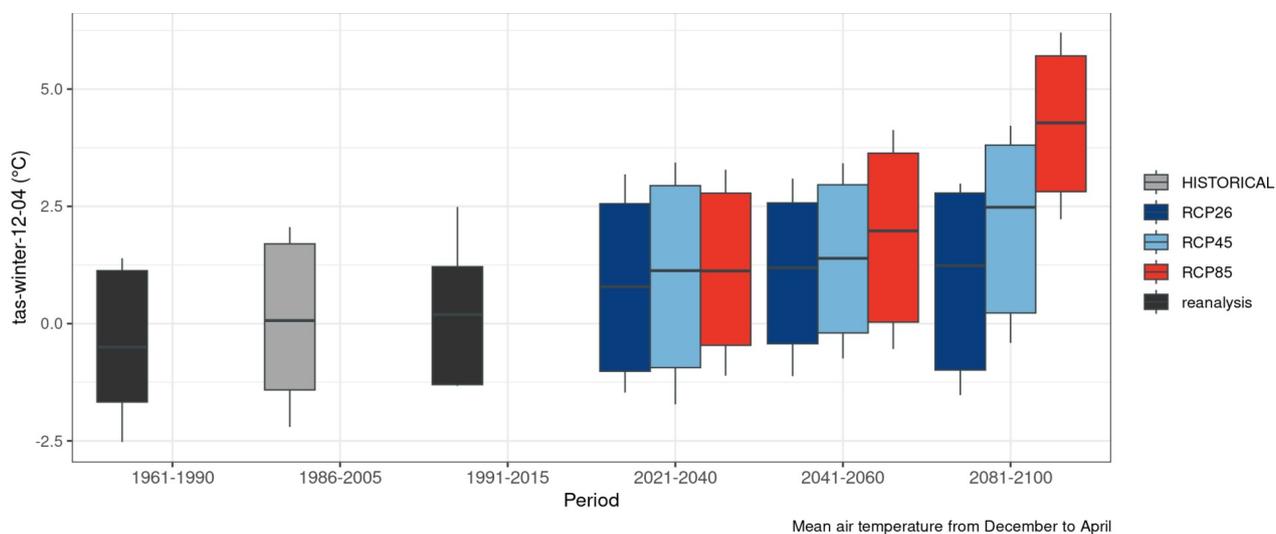


Figure 21: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la température hivernale (décembre - avril) (°C) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| RCP2.6 | 0.8 °C [-1.5°C ; 3.2°C] | 1.2 °C [-1.1°C ; 3.1°C] | 1.2 °C [-1.5°C ; 3.0°C] |
| RCP4.5 | 1.1 °C [-1.7°C ; 3.4°C] | 1.4 °C [-0.7°C ; 3.4°C] | 2.5 °C [-0.4°C ; 4.2°C] |
| RCP8.5 | 1.1 °C [-1.1°C ; 3.3°C] | 2.0 °C [-0.5°C ; 4.1°C] | 4.3 °C [2.2°C ; 6.2°C] |

Figure 22: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des températures moyennes hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP- - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| RCP2.6 | +0.7°C | +1.1°C | +1.2°C |
| RCP4.5 | +1.1°C | +1.3°C | +2.4°C |
| RCP8.5 | +1.1°C | +1.9°C | +4.2°C |

Figure 23: médiane du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005-territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.2.3 Evolution à altitudes élevées

L'altitude élevée (1500 m) est choisie ici pour illustrer le passage de températures moyennes négatives sur la période historique (1986-2005) à des températures moyennes positives dans le futur. Cela signifie que l'altitude de la température moyenne de 0°C qui est inférieure à 1500 m sur la période historique, devient supérieure 1500 m dans le futur possiblement dès l'horizon 2041-2060 avec 2 scénarios (RCP4.5 et RCP8.5).

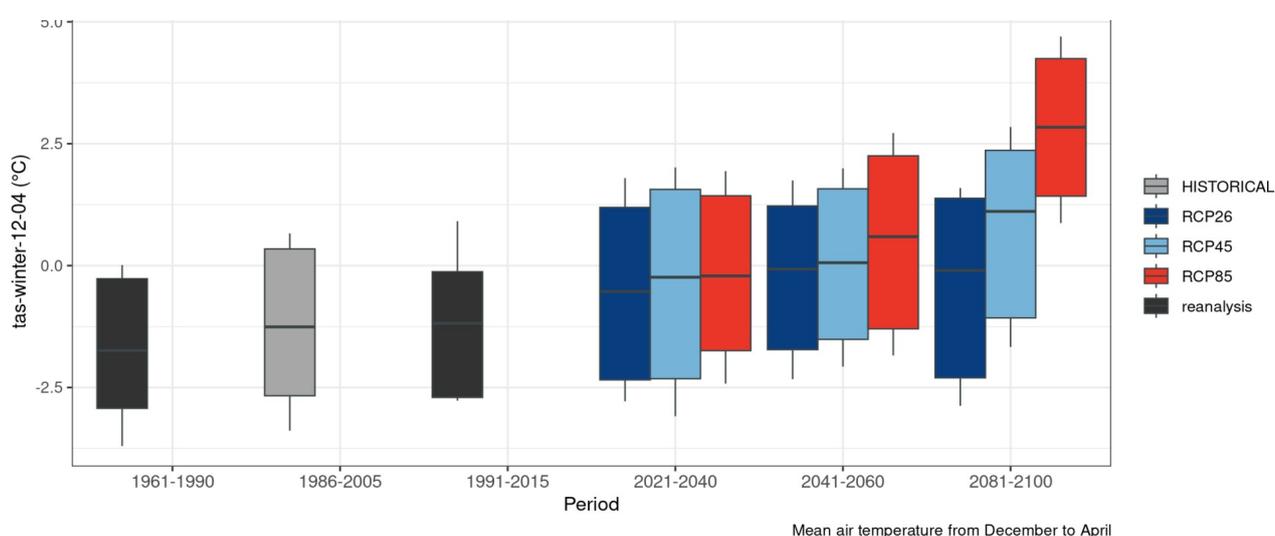


Figure 24: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la température hivernale (décembre - avril) (°C) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

La température moyenne hivernale sur la période historique est de **-1,3°C pour un hiver médian et varie de -3,4°C à +0,7°C** selon les hivers et les modèles.

Les projections montrent que la température hivernale augmente au cours du 21^e siècle d'autant plus avec le RCP8.5 en fin de siècle. Sur cet horizon, le réchauffement médian se stabilise à 1.2°C en RCP2.6, est estimé à +2.4°C pour le RCP4.5 et atteint plus de +4°C avec le scénario RCP8.5.

En analysant le tableau ci-dessous, on remarque que la température moyenne à 1500 m à compter de l'horizon moyen (2041-2060) pourrait être supérieure à 0°C, avec les scénarios RCP4.5 et RCP8.5. Cette affirmation est certaine pour le RCP8.5 (borne inférieure égale à +0,9°C).

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| RCP2.6 | 0,5°C [-2,8°C;+1,8°C] | -0,1°C [-2,3°C;+1,7°C] | -0,1°C [-2,9°C;+1,6°C] |
| RCP4.5 | -0,2°C [-3,1°C;+2,0°C] | +0,1°C [-2,1°C;+2,0°C] | +1,1°C [-1,7°C;+2,8°C] |
| RCP8.5 | -0,2°C [-2,4°C;+1,9°C] | +0,6°C [-1,8°C;+2,7°C] | +2,8°C [+0,9°C;+4,7°C] |

Figure 25: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des températures moyennes hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|---------------|
| RCP2.6 | +0,7°C | +1,2°C | +1,2°C |
| RCP4.5 | +1,0°C | +1,3°C | +2,4°C |
| RCP8.5 | +1,0°C | +1,9°C | +4,1°C |

Figure 26: médiane du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Le tableau ci-dessous indique à quelles conditions sur la période historique seront semblables les températures hivernales futures à 1500 m, pour 3 horizons et 3 RCPS.

Par exemple, en fin de siècle pour le RCP8.5 : **les conditions futures de température hivernale** à 1500 m seront semblables aux conditions sur la période historique (1986-2005) à 600 m.

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| RCP2.6 | entre 1200 et 1500 m | entre 1200 et 1500 m | entre 1200 et 1500 m |
| RCP4.5 | entre 1200 et 1500 m | 1200 m | entre 900 et 1200 m |
| RCP8.5 | entre 1200 et 1500 m | entre 600 et 900 m | 600 m |

3.2.4 Conclusion partielle

La température hivernale va augmenter lors du 21ème siècle, ce réchauffement est relativement **homogène** suivant l'altitude. Il atteint **+1°C** dans un futur proche (2021-2040) pour les 3 scénarios. En fin de siècle, selon la médiane de l'ensemble ADAMONT-2020, le réchauffement reste limité à +1.2°C dans le cas du scénario RCP2.6, atteint environ +2°C pour le RCP4.5 et pourrait être supérieur à **+4°C** avec le scénario RCP8.5.

| territoire | 300 m | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | +2,3°C | +2,4°C | +2,4°C | +2,4°C |
| Ballon-Alsace | +2,4°C | +2,3°C | +2,3°C | x |
| Schirmeck | x | +2,1°C | +2,2°C | x |

Figure 27: médiane (par altitude et par territoire) du réchauffement par rapport à la période historique 1986-2005 pour le RCP4.5, horizon 2081-2100

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

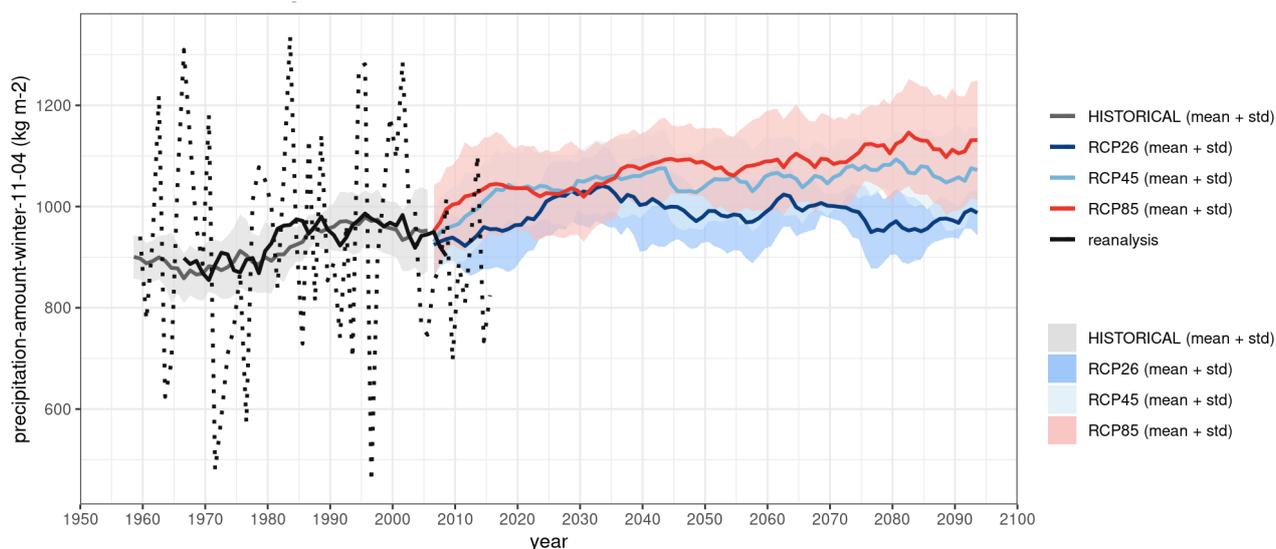


Figure 28: évolution temporelle des précipitations hivernales novembre-avril pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Le signal d'évolution dans le futur pour les précipitations est moins clair que pour les températures. Toutefois, on note une légère hausse des précipitations hivernales au cours du siècle notamment pour les 2 scénarios de plus fortes émissions de gaz à effet de serre (RCP4.5 et RCP8.5).

3.3.1 Basses altitudes

Ballon-Alsace

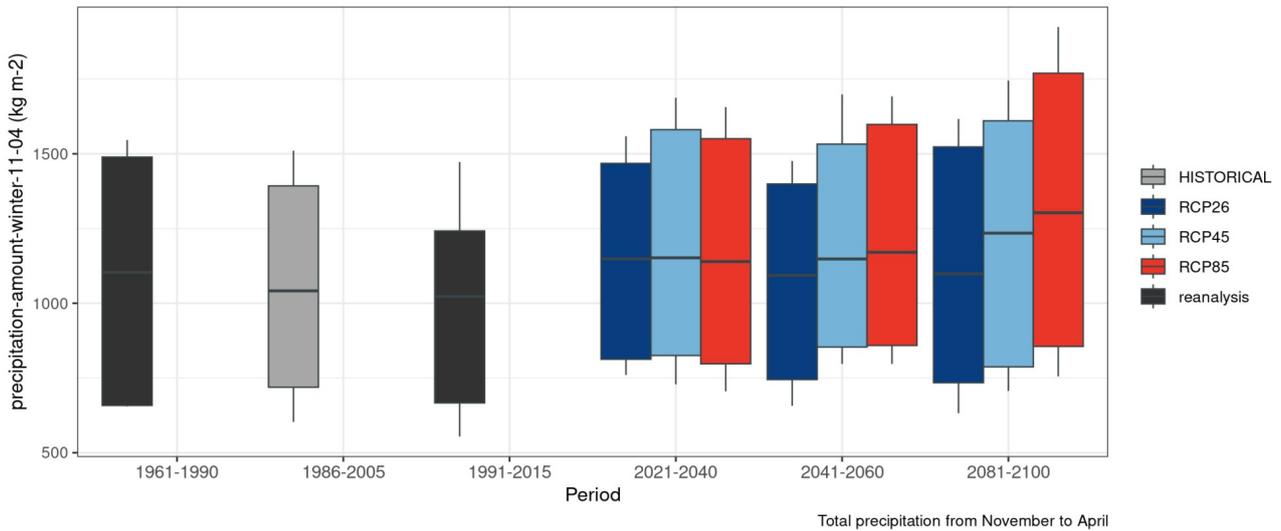


Figure 29: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations hivernales novembre-avril par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 300 m

Sur la période historique, la valeur médiane des précipitations est estimée à 1042 mm, les quantiles 5 et 95, sont de respectivement 603 mm et 1511 mm.

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Historique | 1042 mm [603mm ; 1511 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 1149 mm [760 mm ; 1559 mm] | 1093 mm [657 mm; 1476 mm] | 1099 mm [632 mm ; 1617 mm] |
| RCP4.5 | | 1152 mm [729 mm; 1687 mm] | 1148 mm [797 mm; 1699 mm] | 1235 mm [707 mm; 1745 mm] |
| RCP8.5 | | 1139 mm [705 mm ; 1656 mm] | 1170 mm [797 mm ; 1692 mm] | 1303 mm [755 mm; 1924mm] |

Figure 30: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 300 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | +107 mm (+10%) | +51 mm (+5%) | +57 mm (+5%) |
| RCP4.5 | +110 mm (+11%) | +107 mm (+10%) | +193 mm (+19%) |
| RCP8.5 | +98 mm (+9%) | +129 mm (+12%) | +261 mm (+25%) |

Figure 31: médiane des changements de précipitations totales hivernales par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 300 m

À un horizon proche, la hausse des précipitations est de l'ordre de 10 % quelque soit le scénario. Avec 2 scénarios (RCP4.5 et RCP8.5), la hausse pourrait atteindre 20 à 25 % à l'horizon 2081-2100.

3 Résultats

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

Hautes-Vosges

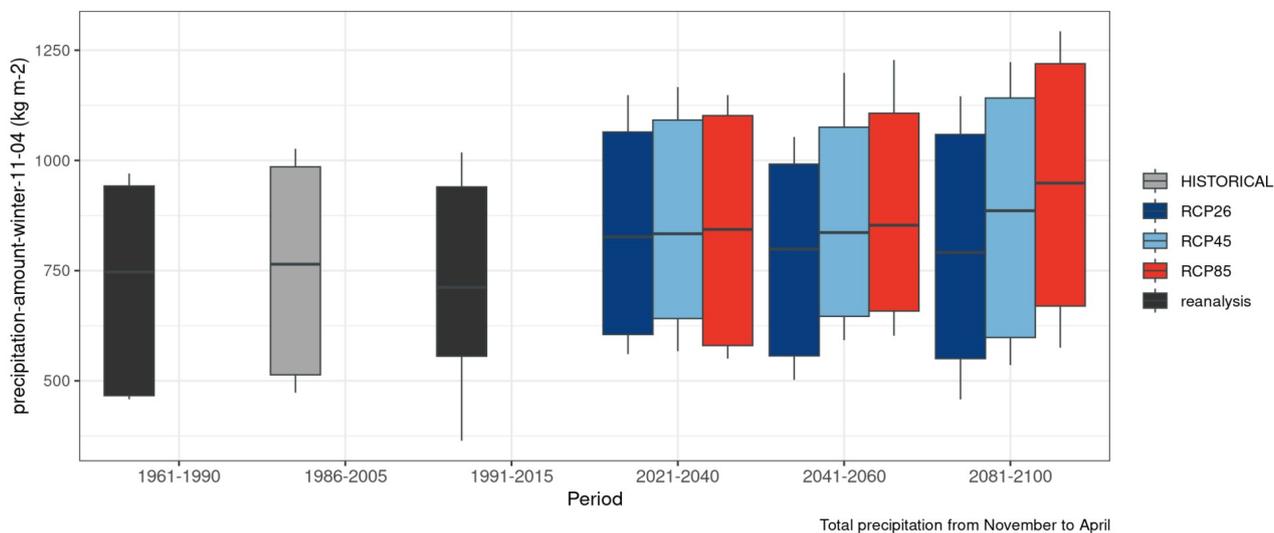


Figure 32: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations hivernales novembre-avril par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 300 m

En médiane sur la période historique, on note un cumul de 765 mm associé à une variabilité interannuelle et inter-modèle climatique de [473 mm;1026 mm].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Historique | 765 mm [473 mm ; 1026 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 826 mm [561 mm ; 1148 mm] | 799 mm [502 mm; 1053 mm] | 791 mm [458 mm ; 1146 mm] |
| RCP4.5 | | 834 mm [567 mm; 1166 mm] | 836 mm [592 mm; 1199 mm] | 886 mm [536 mm; 1223 mm] |
| RCP8.5 | | 843 mm [550 mm ; 1148mm] | 853 mm [602 mm ; 1228 mm] | 949 mm [575 mm; 1293 mm] |

Figure 33: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 300 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| RCP2.6 | +62 mm (+8%) | +34 mm (+4%) | +27 mm (+4%) |
| RCP4.5 | +69 mm (+9%) | +72 mm (+9%) | +121 mm (+16%) |
| RCP8.5 | +79 mm (+10%) | +88 mm (+12%) | +184 mm (+24%) |

Figure 34: médiane des changements de précipitations totales hivernales par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 300 m

Selon la médiane des ensembles, on note une hausse globale des précipitations totales hivernales au cours du siècle surtout avec 2 scénarios (RCP4.5 et RCP8.5). En fin de siècle, la hausse pourrait atteindre entre 15 % et 25 %.

3.3.2 Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

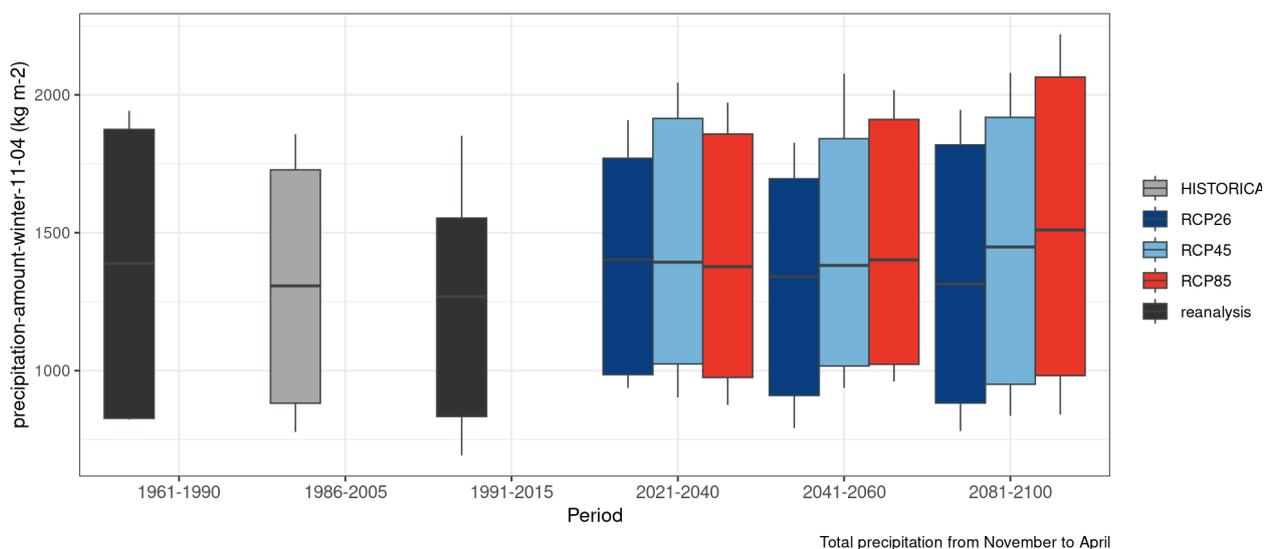


Figure 35: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (kg m^{-2}) par période de 20 ans pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m

Sur la période historique, à l'altitude de 900 m, la valeur médiane des précipitations est estimée à 1307 mm, les quantiles 5 et 95, caractérisant la variabilité inter-annuelle et inter-modèle, sont de respectivement 778 mm et 1857 mm. Le large écart entre les bornes hautes et basses témoignent d'importantes variations d'un hiver à l'autre (variabilité inter-annuelle) et d'un modèle à l'autre (incertitude liée à la modélisation). Pour les périodes futures, quel que soit le scénario d'émission, on note une tendance à la hausse des précipitations hivernales. La hausse est estimée entre 5 % et 7 % à l'horizon proche avec tous les scénarios.

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Historique | 1307 mm [778 mm ; 1857 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 1403 mm [937 mm; 1909 mm] | 1341 mm [792 mm ; 1826 mm] | 1314 mm [781 mm ; 1945 mm] |
| RCP4.5 | | 1393 mm [903 mm ; 2045 mm] | 1381 mm [937 mm; 2077 mm] | 1449 mm [836 mm ; 2080 mm] |
| RCP8.5 | | 1377 mm [876 mm; 1972 mm] | 1402 mm [961 mm; 2018 mm] | 1510 mm [841 mm; 2220 mm] |

Figure 36: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Ballon-Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|--------------|----------------|
| RCP2.6 | +95 mm (+7%) | +33 mm (+3%) | +7 mm (+1%) |
| RCP4.5 | +86 mm (+7%) | +74 mm (+6%) | +141 mm (+11%) |
| RCP8.5 | +70 mm (+5%) | +94 mm (+7%) | +203 mm (+16%) |

Figure 37: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Ballon-Alsace à 900 m

Avec le RCP2.6, ce signal se stabilise voire baisse au cours du siècle. En revanche, avec les 2 scénarios de plus fortes émissions, le signal s'accroît pour atteindre 10 % à 15 % à l'horizon 2081-2100.

A 1200 m d'altitude, la valeur médiane des précipitations hivernales sur la période historique est estimée à 1443 mm, associée à une variabilité inter-annuelle et intermodèle de [872 mm; 2044 mm]. Les signaux d'évolution mise en évidence à 900 m sont similaires à 1200 m : stabilisation voire légère diminution en fin de siècle pour le RCP2.6, augmentation des précipitations en médiane, et pour les bornes minimum et maximum pour les 2 autres scénarios d'émissions.

3 Résultats

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

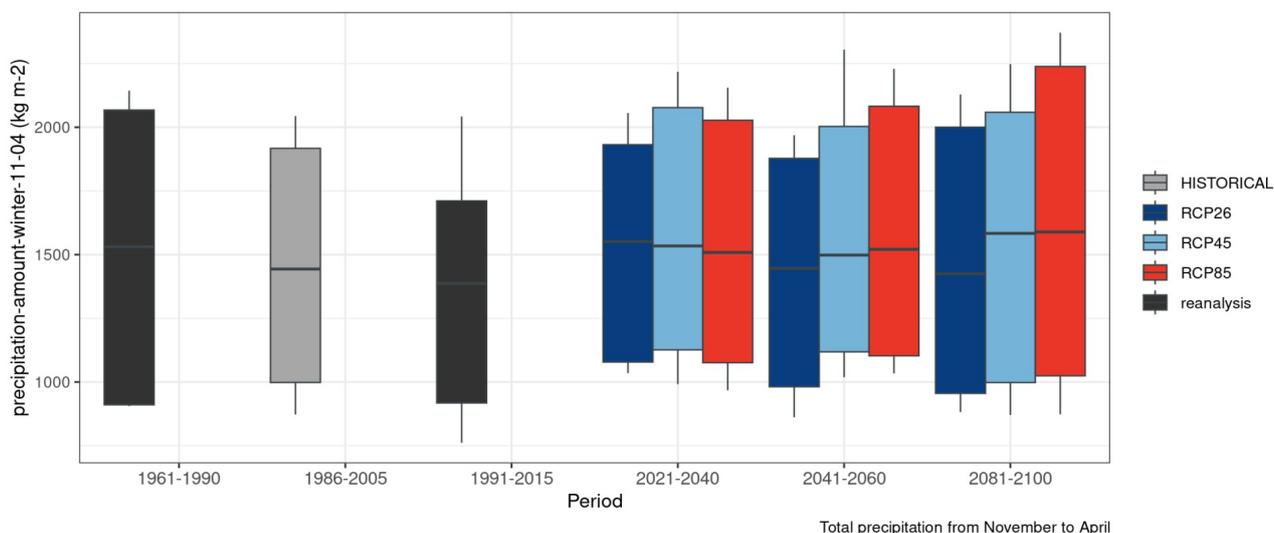


Figure 38: évolution des (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Historique | 1443 mm [872 mm; 2044 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 1552 mm [1035 mm;1932 mm] | 1446 mm [861 mm;1878 mm] | 1425 mm [882 mm;2000 mm] |
| RCP4.5 | | 1534 mm [992 mm;2077 mm] | 1498 mm [1019 mm;2003 mm] | 1583 mm [870 mm;2059 mm] |
| RCP8.5 | | 1509 mm [967 mm;2027 mm] | 1521 mm [1034 mm;2083 mm] | 1589 mm [873 mm;2239 mm] |

Figure 39: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|----------------|------------------|
| RCP2.6 | 108 mm (+7.5 %) | 3 mm (+0.2 %) | -19 mm (-1.3 %) |
| RCP4.5 | 91 mm (+6.3 %) | 55 mm (+3.8 %) | 140 mm (+9.7 %) |
| RCP8.5 | 65 mm (+4.5 %) | 77 mm (+5.4 %) | 146 mm (+10.1 %) |

Figure 40: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

Schirmeck

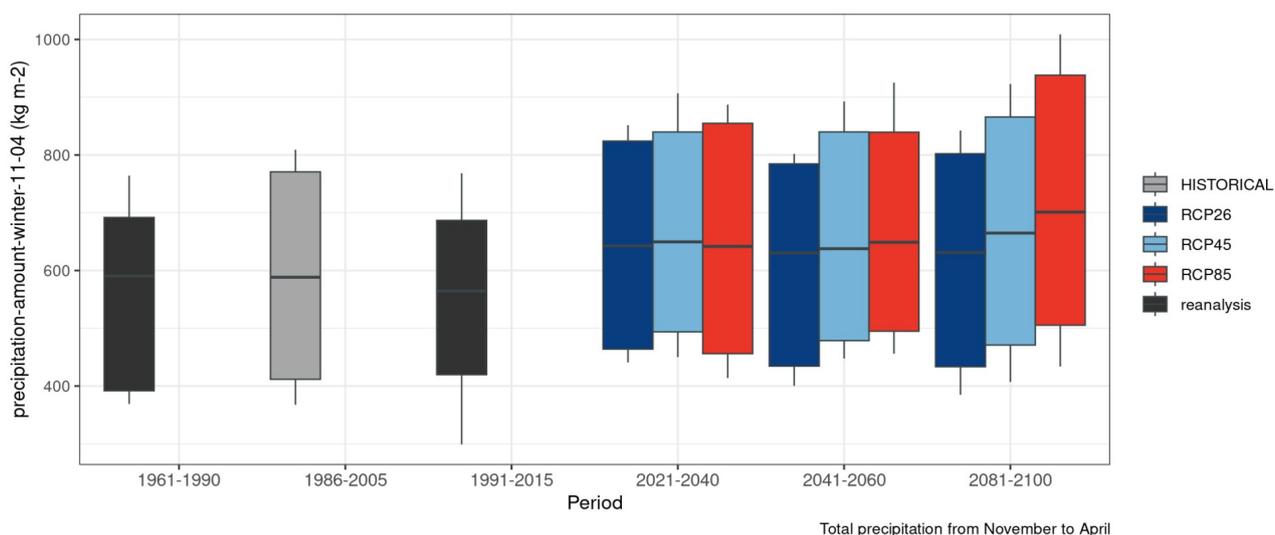


Figure 41: évolution des (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Historiquement, Schirmeck est plus de deux fois moins arrosé que le Ballon-Alsace. En effet sur la période 1986-2005, la médiane des précipitations hivernales est égale à 588 mm, accompagnée d'une variabilité inter-annuelle et inter-modèle estimée entre 368 mm et 809 mm.

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Historique | 588 mm [368 mm ; 809 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 643 mm [441 mm ; 852 mm] | 630 mm [400 mm ; 802 mm] | 631 mm [385 mm ; 842 mm] |
| RCP4.5 | | 650 mm [450 mm ; 907 mm] | 638 mm [448 mm ; 893 mm] | 665 mm [407 mm ; 923 mm] |
| RCP8.5 | | 642 mm [414 mm ; 887 mm] | 649 mm [456 mm ; 925 mm] | 701 mm [434 mm ; 1009 mm] |

Figure 42: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|----------------|
| RCP2.6 | +54 mm (+9%) | +42 mm (+7%) | +43 mm (+7%) |
| RCP4.5 | +61 mm (+10%) | +49 mm (+8%) | +76 mm (+13%) |
| RCP8.5 | +53 mm (+9%) | +61 mm (+10%) | +113 mm (+19%) |

Figure 43: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Schirmeck à 900 m

À un horizon proche, la hausse d'environ 10 % est visible quel que soit le scénario. Avec le RCP2.6, cette hausse se **stabilise** au cours du siècle. Avec les 2 autres RCPs, la hausse **augmente** jusqu'à l'horizon 2081-2100 pour atteindre 15 à 20 %.

A 1200 m d'altitude sur le territoire de Schirmeck, cette hausse des précipitations par rapport à la période historique est comprise entre +7 % et +8 % à l'horizon proche, et entre +5 % et +8 % pour l'horizon temporel 2041-2060. À l'horizon lointain, la hausse modélisée se stabilise à +3 % pour le scénario à émissions modérées RCP2.6, et est estimée à +8 % et +10 % , respectivement pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5.

3 Résultats

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

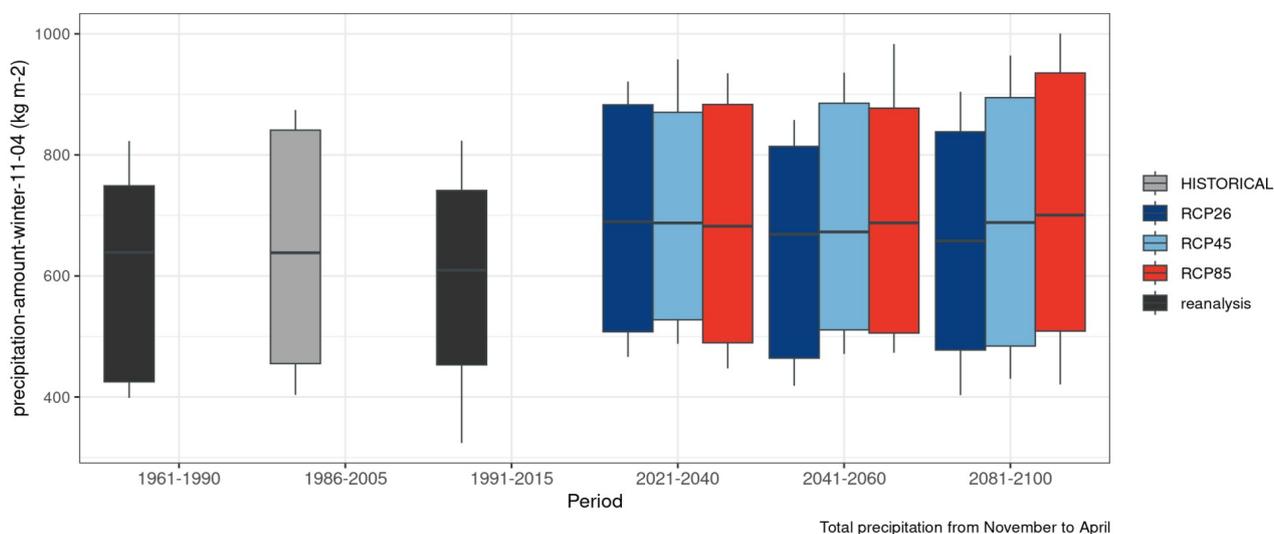


Figure 44: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Historique | 638 mm [403 mm ; 874 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 690 mm [466 mm;921 mm] | 669 mm [418 mm;858 mm] | 658 mm [403 mm;904 mm] |
| RCP4.5 | | 688 mm [488 mm;958 mm] | 673 mm [471 mm;936 mm] | 688 mm [430 mm;964 mm] |
| RCP8.5 | | 682 mm [447 mm;935 mm] | 688 mm [473 mm;983 mm] | 701 mm [421 mm;1001 mm] |

Figure 45: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | 51 mm (+8.1 %) | 30 mm (+4.8 %) | 20 mm (+3.1 %) |
| RCP4.5 | 49 mm (+7.7 %) | 34 mm (+5.4 %) | 50 mm (+7.8 %) |
| RCP8.5 | 44 mm (+6.9 %) | 49 mm (+7.7 %) | 62 mm (+9.8 %) |

Figure 46: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Schirmeck à 1200 m

Hautes-Vosges

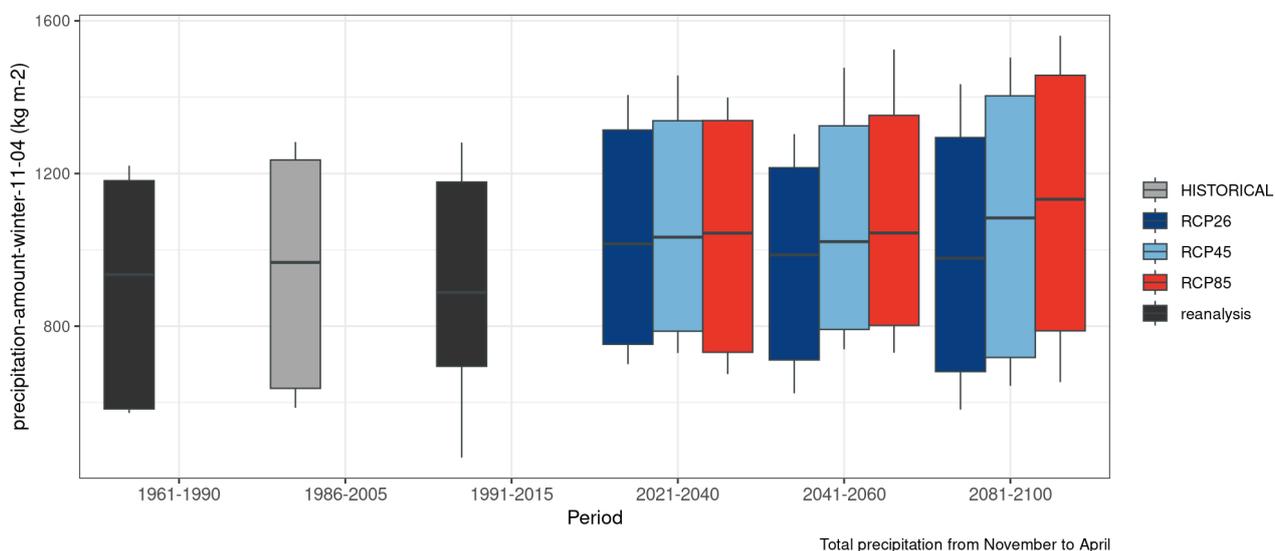


Figure 47: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Ce territoire est climatologiquement moyennement arrosé, la médiane des précipitations à 900 m d'altitude sur la période historique 1986-2005 s'élevant à 967 mm, contre 588 mm pour le territoire de Schirmeck et 1307 mm pour Ballon Alsace. Les variabilités inter-annuelle et inter-modèle sur cette période sont estimées à 586 mm (Q5) et 1282 mm (Q95).

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Historique | 967 mm [586 mm ; 1282 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 1016 mm [701 mm; 1406 mm] | 987 mm [624 mm ; 1303 mm] | 978 mm [581 mm ; 1434 mm] |
| RCP4.5 | | 1033 mm [730 mm ; 1457 mm] | 1022 mm [740 mm; 1477 mm] | 1084 mm [644 mm ; 1504 mm] |
| RCP8.5 | | 1044 mm [674 mm; 1399 mm] | 1044 mm [731 mm; 1525 mm] | 1133 mm [653 mm; 1561 mm] |

Figure 48: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|--------------|----------------|
| RCP2.6 | +49 mm (+5%) | +20 mm (+2%) | +11 mm (+1%) |
| RCP4.5 | +66 mm (+7%) | +54 mm (+6%) | +117 mm (+12%) |
| RCP8.5 | +77 mm (+8%) | +77 mm(+8%) | +165 mm (+17%) |

Figure 49: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005-territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Le signal à la hausse des précipitations hivernales est visible également sur ce territoire. À l'horizon proche, l'augmentation est comprise entre +5 % et +8 % suivant les RCPs. Avec le RCP2.6, la tendance est à la stabilisation en milieu de siècle. Avec les 2 autres scénarios, la hausse continue pour atteindre environ +15 % en fin de siècle.

A 1200 m d'altitude pour ce même territoire, les tendances modélisées sont du même ordre de grandeur qu'à 900 m d'altitude : comprise entre +5% et +6.0 % à l'horizon proche, la hausse est estimée entre +8 % et +10 % pour les RCP4.5 et RCP8.5.

3 Résultats

3.3 Précipitations hivernales (novembre à avril)

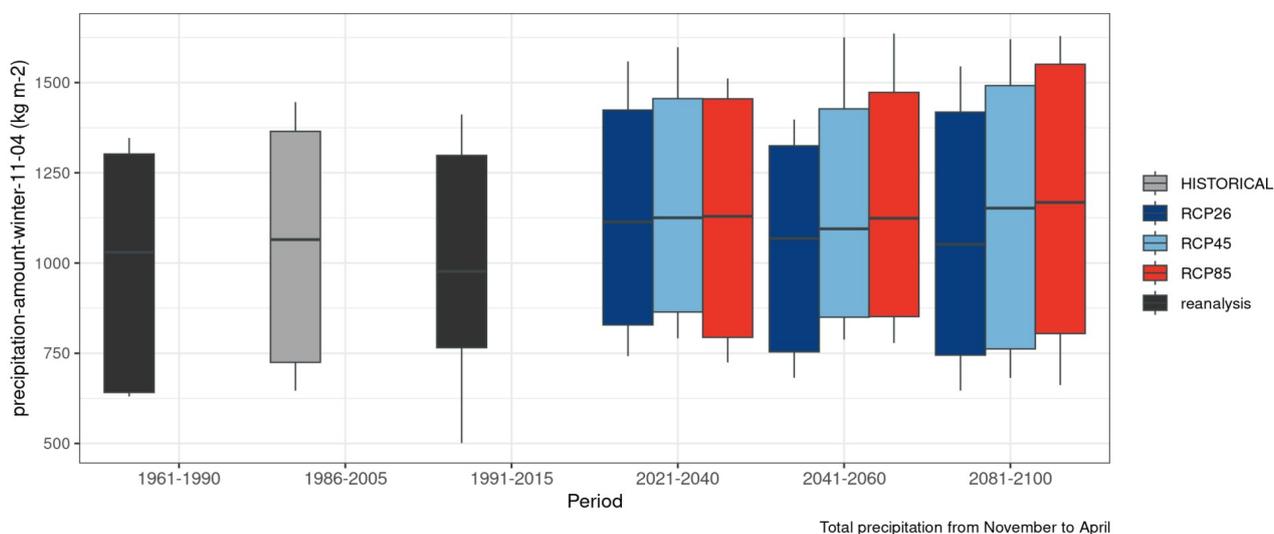


Figure 50: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Historique | 1065 mm [646 mm ; 1446 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 1114 mm [742 mm;1559 mm] | 1068 mm [682 mm;1398 mm] | 1052 mm [647 mm;1545 mm] |
| RCP4.5 | | 1125 mm [791 mm;1598 mm] | 1095 mm [788 mm;1625 mm] | 1152 mm [682 mm;1620 mm] |
| RCP8.5 | | 1129 mm [724 mm;1512 mm] | 1124 mm [778 mm;1636 mm] | 1168 mm [662 mm;1629 mm] |

Figure 51: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|------------------|
| RCP2.6 | +49 mm (+5 %) | +3 mm (+0%) | -13 mm (-1%) |
| RCP4.5 | +60 mm (+6 %) | +30 mm (+3%) | +87 mm (+8.2 %) |
| RCP8.5 | +64 mm (+6 %) | +59 mm (+6 %) | +103 mm (+9.7 %) |

Figure 52: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.3.3 Altitudes élevées

Hautes-Vosges

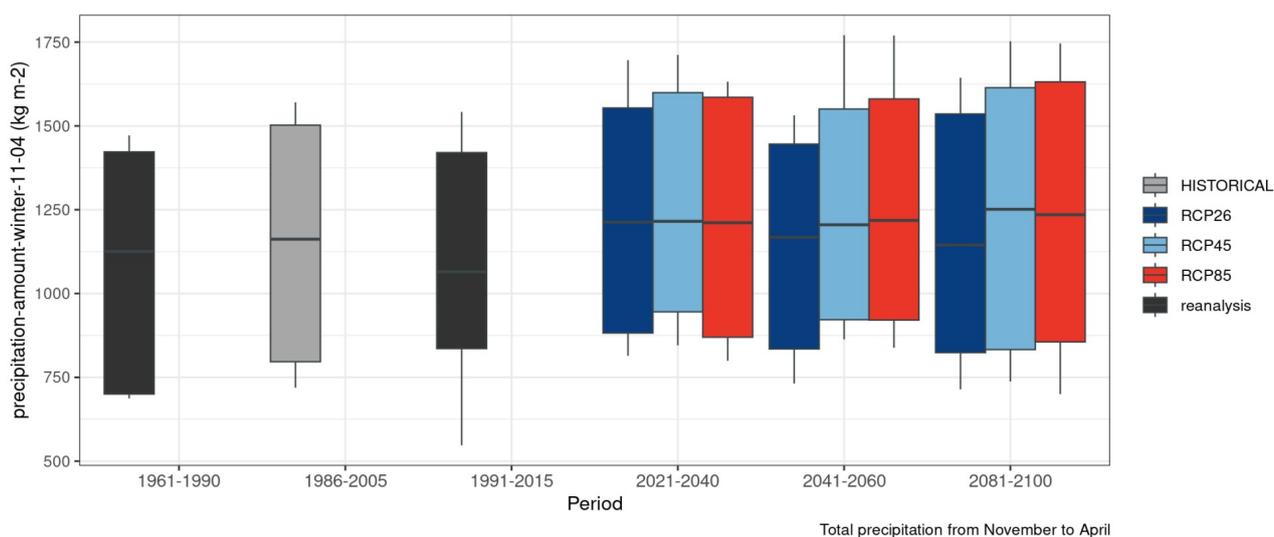


Figure 53: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations totales hivernales (mm) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Les précipitations ont une grande **variabilité** inter-annuelle, la tendance est légèrement à la **hausse** mais de façon moins claire qu'avec les températures. Sur la période historique, le cumul annuel médian est de 1162 mm, 719 mm sur les saisons les plus sèches et 1570 mm pour les plus arrosées.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Historique | 1162 mm [719 mm ; 1570 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 1213 mm [814 mm; 1696 mm] | 1168 mm [732 mm ; 1531 mm] | 1145 mm [714 mm ; 1644 mm] |
| RCP4.5 | | 1215 mm [846 mm ; 1712 mm] | 1205 mm [860 mm; 1771 mm] | 1251 mm [738 mm ; 1753 mm] |
| RCP8.5 | | 1211 mm [799 mm; 1632 mm] | 1218 mm [838 mm;1770 mm] | 1235 mm [700 mm; 1746 mm] |

Figure 54: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations totales hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|--------------|--------------|
| RCP2.6 | +51 mm (+4%) | +6 mm (+0%) | -17 mm (-1%) |
| RCP4.5 | +53 mm (+5%) | +43 mm (+4%) | 89 mm (+8%) |
| RCP8.5 | +49 mm (+4%) | +56 mm (+5%) | 73 mm (+6%) |

Figure 55: médiane des changements de précipitations totales hivernales par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Nous notons un faible signal de hausse (+5%) à l'horizon proche pour tous les RCPs. Ce signal s'atténue avec le RCP2,6 à partir de l'horizon 2041-2060. Avec les 2 autres scénarios, cette tendance persiste à l'horizon lointain.

3.3.4 Conclusion partielle

Pour les précipitations, la tendance est moins claire que pour la température. On note une légère augmentation des précipitations hivernales au cours du 21^e siècle sur la médiane de l'ensemble. Cependant les variations d'une année à l'autre et d'un modèle à l'autre sont importantes pour ce paramètre. La hausse des précipitations est plus importante à basse et moyenne altitude (entre +15 % et +20 % à l'horizon 2081-2100). En effet sur la figure suivante, l'écart à la courbe historique (grise) se réduit à mesure que l'altitude augmente, notamment pour le RCP8.5.

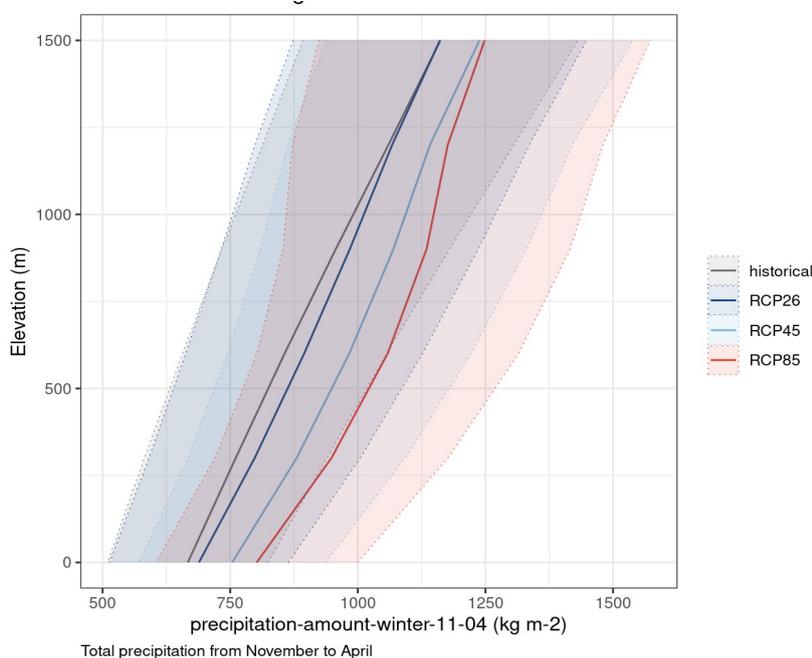


Figure 56: précipitations totales hivernales (mm) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude, période 2081-2100, 3 RCPs

| territoire | 300 m | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|-------|-------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | +16 % | +12 % | +8 % | +8 % |
| Ballon-Alsace | +19 % | +11 % | +10 % | x |
| Schirmeck | x | +13 % | +8 % | x |

Figure 57: médiane des changements de précipitations par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100 (x → pas de données à cette altitude pour un territoire donné)

3.4 Précipitations neigeuses totales (décembre à avril)

Nous étudierons cet indicateur à partir de **900 m**, en dessous les valeurs sont trop faibles pour être significatives.

Les précipitations neigeuses de décembre à avril vont baisser durant le siècle. La dynamique est la suivante suivant les scénarios :

- RCP2.6 : on note une stabilisation de la diminution en milieu de siècle,
- RCP4.5 : la stabilisation apparaît en deuxième partie de siècle,
- RCP8.5 : la diminution est continue jusqu'en fin de siècle
-

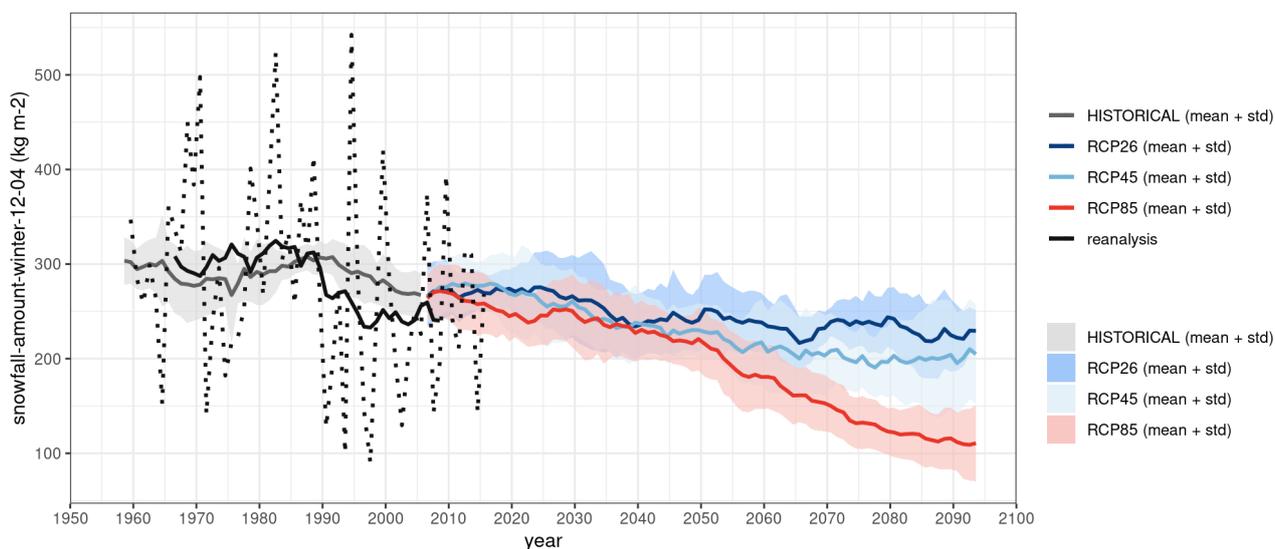


Figure 58: évolution temporelle des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) pour le territoire des hautes-Vosges à 900m

3.4.1 Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

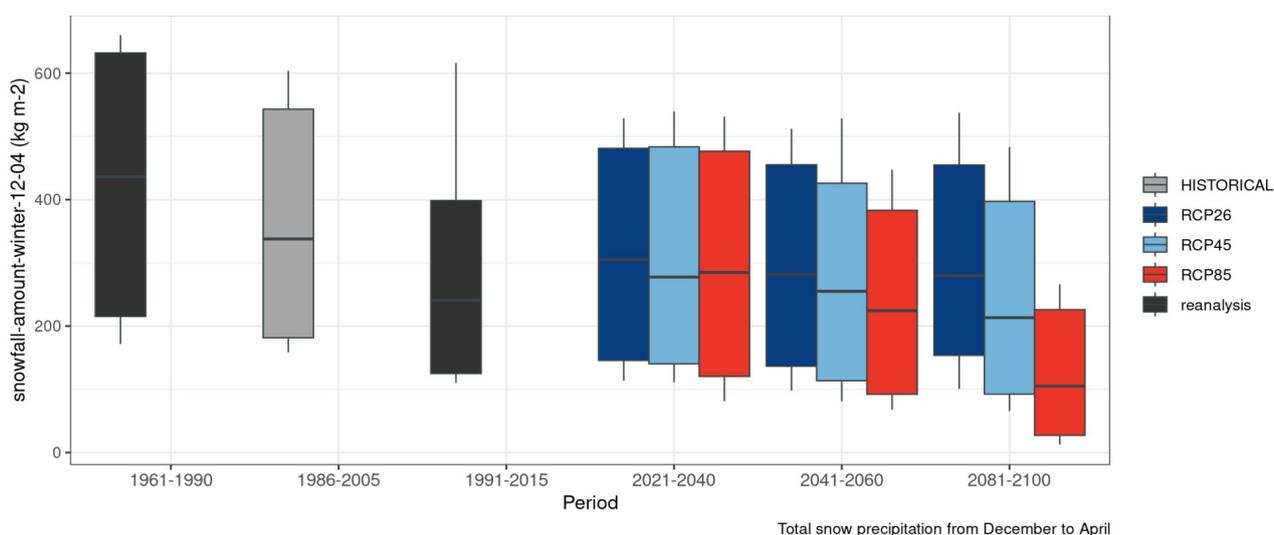


Figure 59: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur - territoire de Ballon Alsace à 900 m

A l'altitude de 900m, les précipitations neigeuses sur la période historique sont égales à **338 mm**, avec une variabilité inter-annuelle et inter-modèle comprise entre 158 mm et 604 mm.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Historique | 338 mm [158 mm ; 604 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 305 mm [114 mm ; 529 mm] | 281 mm [98 mm ; 512 mm] | 280 mm [101 mm ; 537 mm] |
| RCP4.5 | | 278 mm [111 mm ; 539 mm] | 255 mm [81 mm ; 528 mm] | 213 mm [66 mm ; 483 mm] |
| RCP8.5 | | 285 mm [81 mm ; 531 mm] | 224 mm [68 mm ; 447 mm] | 105 mm [13 mm ; 266 mm] |

Figure 60: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|----------------|-----------------------|
| RCP2.6 | -33 mm (-10%) | -57 mm (-17%) | -58 mm (-17%) |
| RCP4.5 | -60 mm (-18%) | -83 mm (-25%) | -125 mm (-37%) |
| RCP8.5 | -53 mm (-16%) | -114 mm (-34%) | -233 mm (-69%) |

Figure 61: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 900 m

Dans un futur proche (2021-2040), les précipitations neigeuses seraient réduites de 10 à 20 %. A l'horizon moyen et fin de siècle, la diminution des précipitations neigeuses se stabilise autour de -17 % par rapport à la période historique pour le RCP2.6. En milieu de siècle, la diminution, en médiane, se poursuit avec les scénarios RCP4.5 (-25 %) et RCP8.5 (-34 %). En fin de siècle et avec le RCP8.5, les précipitations neigeuses seraient **divisées par 3** environ par rapport à la période historique.

A 1200 m d'altitude, les précipitations neigeuses médianes sont évaluées à 432 mm [207 mm;780 mm] sur la période historique 1986-2005. À l'horizon proche, l'évolution modélisée médiane est du même ordre de grandeur selon les RCP, comprise entre -7 % et -11 %. En fin de siècle, cette diminution atteint -24 % pour le RCP4.5, -56 % pour le RCP8.5.

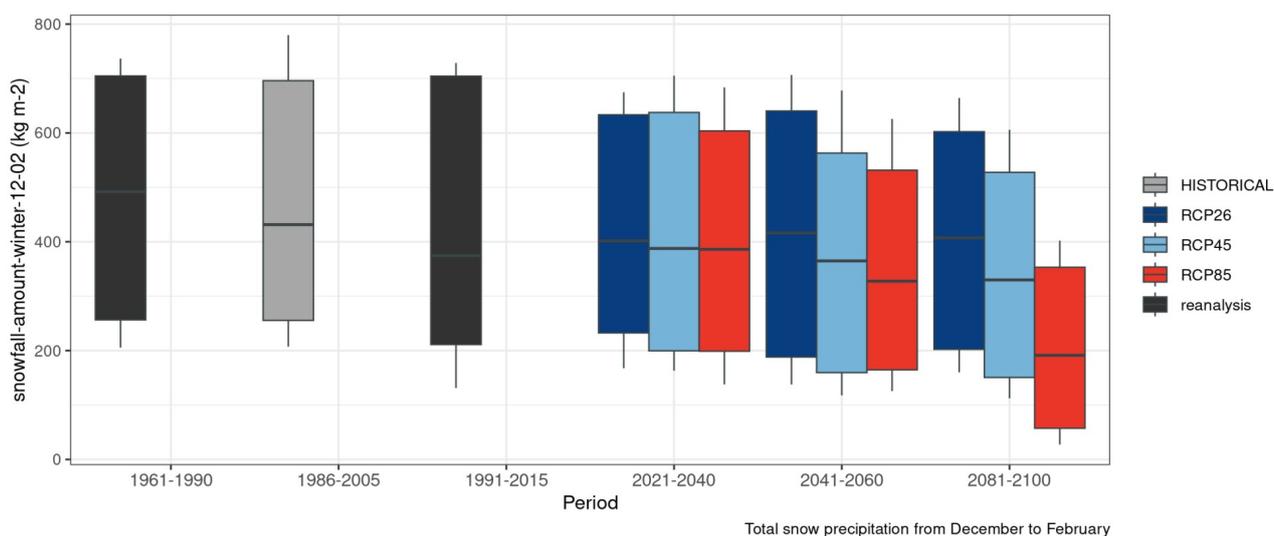


Figure 62: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur - territoire de Ballon Alsace à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Historique | 432 mm [207 mm ; 780 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 402 mm [168 mm;675 mm] | 416 mm [138 mm;707 mm] | 407 mm [160 mm;664 mm] |
| RCP4.5 | | 388 mm [163 mm;705 mm] | 365 mm [118 mm;678 mm] | 330 mm [112 mm;606 mm] |
| RCP8.5 | | 386 mm [138 mm;684 mm] | 327 mm [126 mm;626 mm] | 191 mm [27 mm;402 mm] |

Figure 63: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Ballon Alsace à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|-----------------|-----------------|
| RCP2.6 | -30 mm (-7 %) | -15 mm (-4 %) | -24 mm (-6 %) |
| RCP4.5 | -44 mm (-10 %) | -67 mm (-15 %) | -102 mm (-24 %) |
| RCP8.5 | -45 mm (-11 %) | -104 mm (-24 %) | -240 mm (-56 %) |

Figure 64: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 1200 m

3 Résultats

3.4 Précipitations neigeuses totales (décembre à avril)

Schirmeck

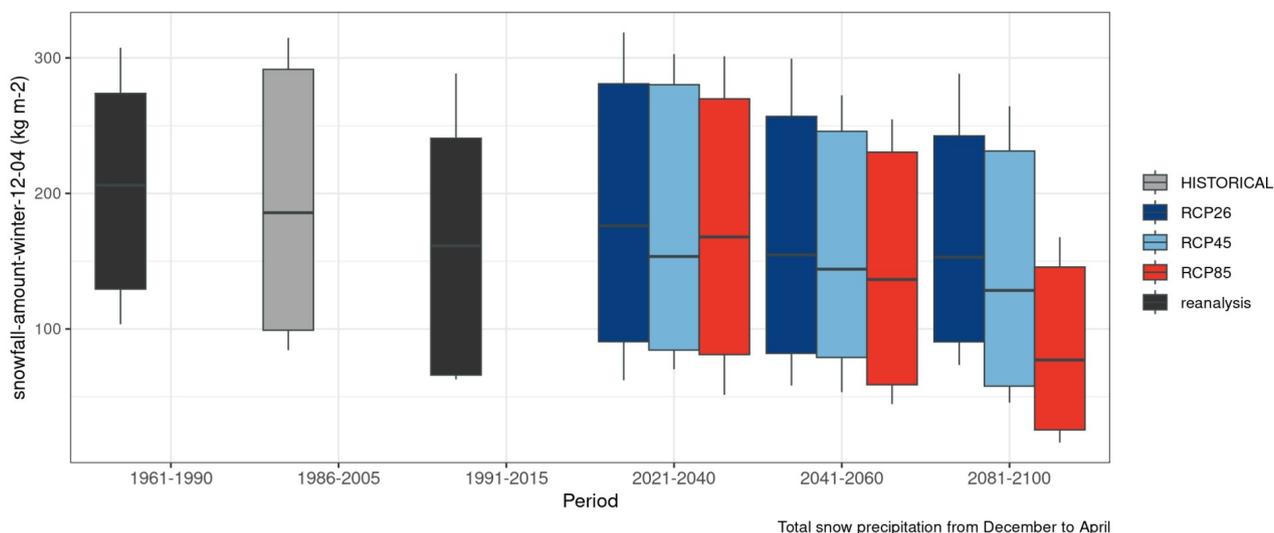


Figure 65: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur - pour le territoire de Schirmeck à 900m

Les précipitations neigeuses sur la période historique à 900 m d'altitude, s'élèvent à **186 mm** [84;315], contre **338 mm** [158;604] pour le territoire de Schirmeck.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Historique | 186 mm [84 mm ; 315 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 176 mm [62 mm;319 mm] | 155 mm [58 mm;299 mm] | 153 mm [73 mm;288 mm] |
| RCP4.5 | | 153 mm [70 mm;303 mm] | 144 mm [53 mm ;272 mm] | 128 mm[46 mm;264 mm] |
| RCP8.5 | | 168 mm [51 mm ;301 mm] | 136 mm[45 mm;255 mm] | 77 mm[16 mm ;146 mm] |

Figure 66: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 900m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|-----------------------|
| RCP2.6 | -10 mm (-5%) | -31 mm (-17%) | -33 mm (-18%) |
| RCP4.5 | -32 mm (-17%) | -42 mm (-22%) | -57 mm (-31%) |
| RCP8.5 | -18 mm (-10%) | -49 mm (-27%) | -109 mm (-58%) |

Figure 67: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 900m

Dans un futur proche (2021-2040), la diminution des précipitations neigeuses est comprise entre - 5 % pour le RCP2.6 et -17 % pour le RCP8.5. A l'horizon moyen et quel que soit le scénario d'émission, cette diminution se poursuit : - 17 %, - 22 % et -27 % respectivement pour les scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5. En fin de siècle et avec le RCP8.5, les précipitations neigeuses seraient **divisées par 2** environ, tandis que la diminution se stabilise à -18 % pour le scénario RCP2.6.

A 1200 m d'altitude sur le territoire de Schirmeck, les précipitations neigeuses sur la période historique s'élèvent à 203 mm [84;315], contre **338 mm** [158;604] pour le territoire de Ballon-Alsace. A l'horizon temporel 2041-2060, la diminution des précipitations neigeuses dépend du scénario d'émissions et est comprise -3 % (RCP2.6) et -21 %. (RCP8.5). Comme à 900 m d'altitude, la diminution médiane se stabilise en fin de siècle uniquement pour le scénario RCP2.6, elle se poursuit avec les 2 autres scénarios d'émissions -21 % (RCP4.5) et -49 % (RCP8.5).

3 Résultats

3.4 Précipitations neigeuses totales (décembre à avril)

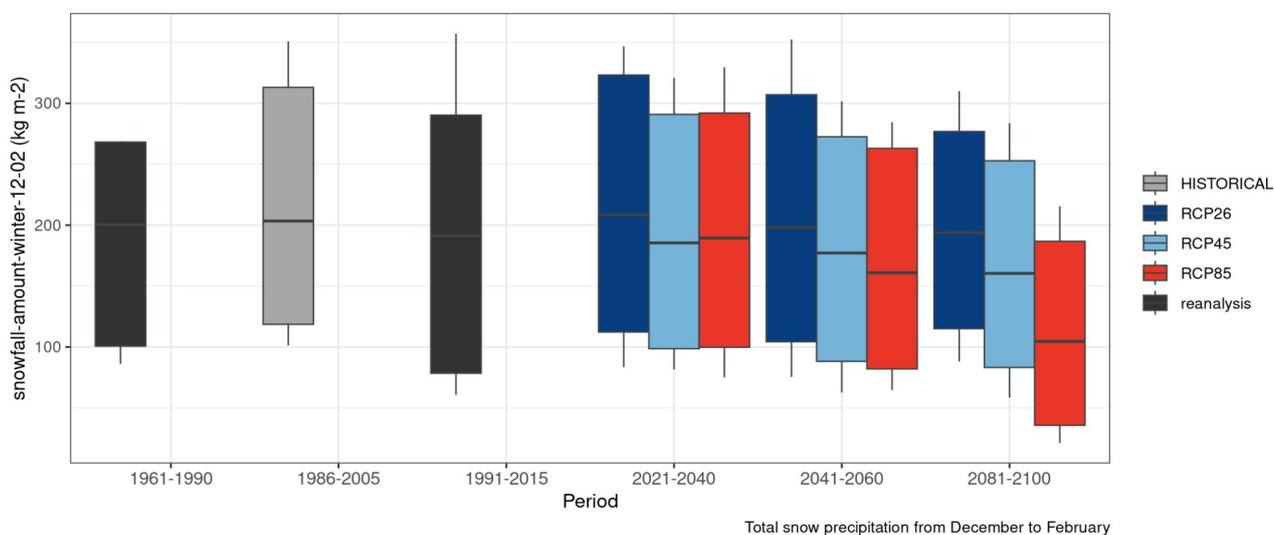


Figure 68: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Historique | 203 mm [84 mm;315 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 208 mm [83 mm ; 347 mm] | 198 mm [75 mm ; 352 mm] | 194 mm [88 mm ;310 mm] |
| RCP4.5 | | 185 mm [82 mm ; 321 mm] | 177 mm [63 mm ; 302 mm] | 160 mm [58 mm ;284 mm] |
| RCP8.5 | | 189 mm [75 mm ; 330 mm] | 161 mm [65 mm ; 284 mm] | 105 mm [21 mm ;215 mm] |

Figure 69: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales- 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m

3 Résultats

3.4 Précipitations neigeuses totales (décembre à avril)

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| RCP2.6 | 5 mm (+3 %) | -5 mm (-3 %) | -10 mm (-5 %) |
| RCP4.5 | -18 mm (-9 %) | -26 mm (-13 %) | -43 mm (-21 %) |
| RCP8.5 | -14 mm (-7 %) | -42 mm (-21 %) | -99 mm (-49 %) |

Figure 70: médiane des changements de précipitations neigeuses hivernales par rapport à la période- territoire de Schirmeck à 1200 m

Hautes-Vosges

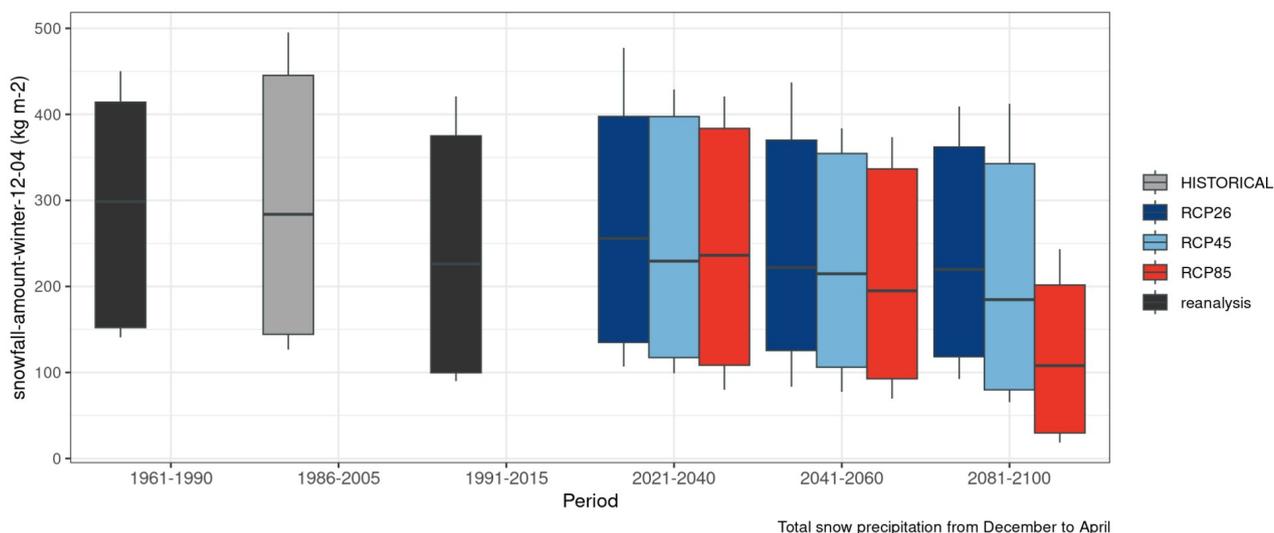


Figure 71: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

La variabilité inter-annuelle et inter-modèle présentent une distribution avec une grande dispersion (écart entre le maximum et le minimum). A 900 m d'altitude, les précipitations neigeuses sur la période historique s'élèvent à **284 mm** [127 mm;495 mm].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Historique | 284 mm [127 mm;495 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 256 mm [107 mm;477 mm] | 222 mm [83 mm;437 mm] | 220 mm [92 mm;409 mm] |
| RCP4.5 | | 229 mm [99 mm;429 mm] | 215 mm [77 mm;384 mm] | 185 mm [65 mm;412 mm] |
| RCP8.5 | | 236 mm [80 mm; 421 mm] | 195 mm [70 mm;374 mm] | 108 mm [18 mm;243 mm] |

Figure 72: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|------------------------|
| RCP2.6 | -28 mm (-10%) | -62 mm (-22%) | -64 mm (-23%) |
| RCP4.5 | -54 mm (-19%) | -69 mm (-24%) | -99 mm (-35%) |
| RCP8.5 | -48 mm (-17%) | -89 mm (-31%) | - 176 mm (-62%) |

Figure 73: médiane des changements de précipitations neigeuses par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Les précipitations neigeuses diminuent au cours du siècle. À un horizon proche, elles diminuent de 10 % à 20 % suivant le scénario. À l'horizon 2041-2060, cette baisse s'accroît puis se stabilise avec le RCP2.6. À l'horizon lointain avec les 2 scénarios les plus pessimistes en termes d'émission de gaz à effet de serre on pourrait perdre entre 35 et 60 % de précipitations neigeuses.

A 1200 m d'altitude, les précipitations neigeuses sur la période historique s'élèvent à **328 mm** [171;581]. À l'horizon proche, la diminution médiane est comprise entre -4 % et -8 %; à l'horizon lointain avec les 2 scénarios les plus pessimistes en termes d'émission de gaz à effet de serre, la diminution se poursuit et est comprise entre -20 % (RCP4.5) et -51 % (RCP8.5).

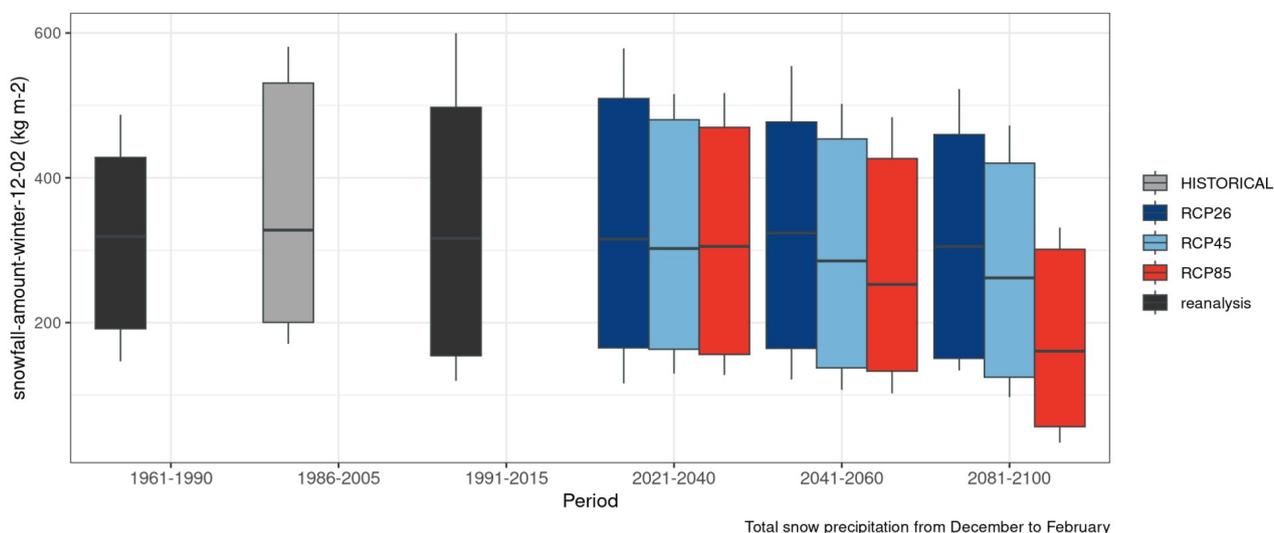


Figure 74: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3 Résultats

3.4 Précipitations neigeuses totales (décembre à avril)

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Historique | 328 mm [171 mm;581 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 315 mm [116 mm ; 579 mm] | 324 mm [121 mm ;554 mm] | 305 mm [134 mm ; 522 mm] |
| RCP4.5 | | 302 mm [130 mm ; 516 mm] | 285 mm [107 mm; 502 mm] | 262 mm [97 mm ; 472 mm] |
| RCP8.5 | | 305 mm [128 mm ; 517 mm] | 253 mm [102 mm ; 484 mm] | 161 mm [34 mm; 331 mm] |

Figure 75: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|---------------|----------------|
| RCP2.6 | -12 mm (-4%) | -4 mm (-1%) | -23 mm (-7%) |
| RCP4.5 | -25 mm (-8%) | -43 mm (-13%) | -66 mm (-20%) |
| RCP8.5 | -22 mm (-7%) | -75 mm (-23%) | -167 mm (-51%) |

Figure 76: médiane des changements de précipitations neigeuses par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.4.2 Altitudes élevées

Hautes-Vosges

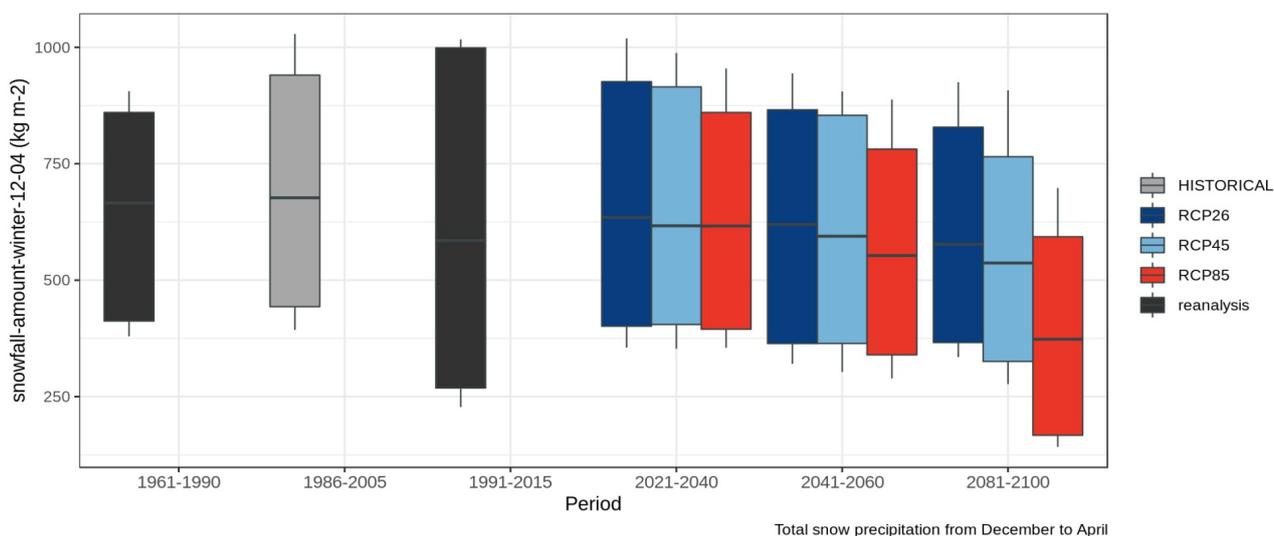


Figure 77: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) des précipitations neigeuses hivernales (décembre-avril) en mm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

A 1500 m sur le territoire des Hautes-Vosges, les précipitations neigeuses sur la période historique s’élèvent à **677 mm** [393 mm;1029 mm].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|
| Historique | 677 mm [393 mm;1029 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 635 mm [355 mm;1019 mm] | 620 mm [320 mm;944 mm] | 577 mm [335;925] |
| RCP4.5 | | 617 mm [353 mm;988 mm] | 594 mm [303 mm;905 mm] | 537 mm [277;908] |
| RCP8.5 | | 616 mm [355 mm;954 mm] | 553 mm [289 mm;888 mm] | 373 mm [142;698] |

Figure 78: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) des précipitations neigeuses hivernales - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|----------------|-----------------------|
| RCP2.6 | -42 mm (-6%) | -57 mm (-8%) | -100 mm (-15%) |
| RCP4.5 | -60 mm (-9%) | -83 mm (-12%) | -140 mm (-21%) |
| RCP8.5 | -61 mm (-9%) | -124 mm (-18%) | -304 mm (-45%) |

Figure 79: médiane des changements de précipitations neigeuses par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Dans un futur proche (2021-2040), les précipitations neigeuses seraient réduites d'environ 10 %. En fin de siècle, les précipitations neigeuses diminuent en moyenne de -45 % avec le RCP8.5, ainsi que de -21 % et -15 %, pour les scénarios RCP4.5 et RCP2.6. Les bornes (inférieures et supérieures) de variations des quantiles représentent à la fois la variabilité inter-annuelle et l'incertitude de l'ensemble des modèles de climat choisis. Elles diminuent pour tous les scénarios : de 393 mm pour la borne inférieure (respectivement 1029 mm pour la borne supérieure) sur la période historique, à 335 mm pour la borne inférieure (respectivement 925 mm pour la borne supérieure) pour le RCP2.6, à 277 mm pour la borne inférieure (respectivement 908 mm pour la borne supérieure) pour le RCP4.5 ; les bornes se réduisent encore pour le RCP8.5, avec des valeurs estimées de 142 mm pour la borne inférieure (respectivement 698 mm pour la borne supérieure). Les meilleures saisons avec beaucoup de chutes de neige seront moins intenses (Q95 en baisse), et les plus mauvaises saisons avec peu de chutes de neige auront des cumuls encore plus faibles (Q5 en baisse).

3.4.3 Conclusion partielle

Dans un avenir proche, les précipitations neigeuses vont baisser d'environ 10 % (un peu plus sur le Ballon-Alsace à 900 m). Cette baisse se confirme tout au long du siècle et les précipitations neigeuses pourraient être **divisées par 2** (par 3 sur Ballon-Alsace à 900 m) à l'horizon 2090 avec le scénario RCP8.5. La baisse est plus **sensible** à moyenne altitude qu'à altitude élevée.

| territoire | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|-------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | -35 % | -24 % | -21 % |
| Ballon-Alsace | -37 % | -28 % | x |
| Schirmeck | -31 % | -24 % | x |

Figure 80: médiane des changements de précipitations neigeuses (par altitude et par territoire) par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100

3.5 Épaisseur de neige naturelle moyenne de novembre à avril

Cet indicateur n'est pertinent qu'à partir de **900 m**; en deçà de cette altitude, les valeurs moyennes d'enneigement sont trop faibles pour être analysées.

L'épaisseur de neige naturelle moyenne de novembre à avril va baisser durant le siècle, ceci quel que soit le scénario d'émission :

- RCP2.6 : on note une stabilisation de la diminution en milieu de siècle,
- RCP4.5 : la stabilisation apparaît en deuxième partie de siècle,
- RCP8.5 : la baisse est continue jusqu'en fin de siècle

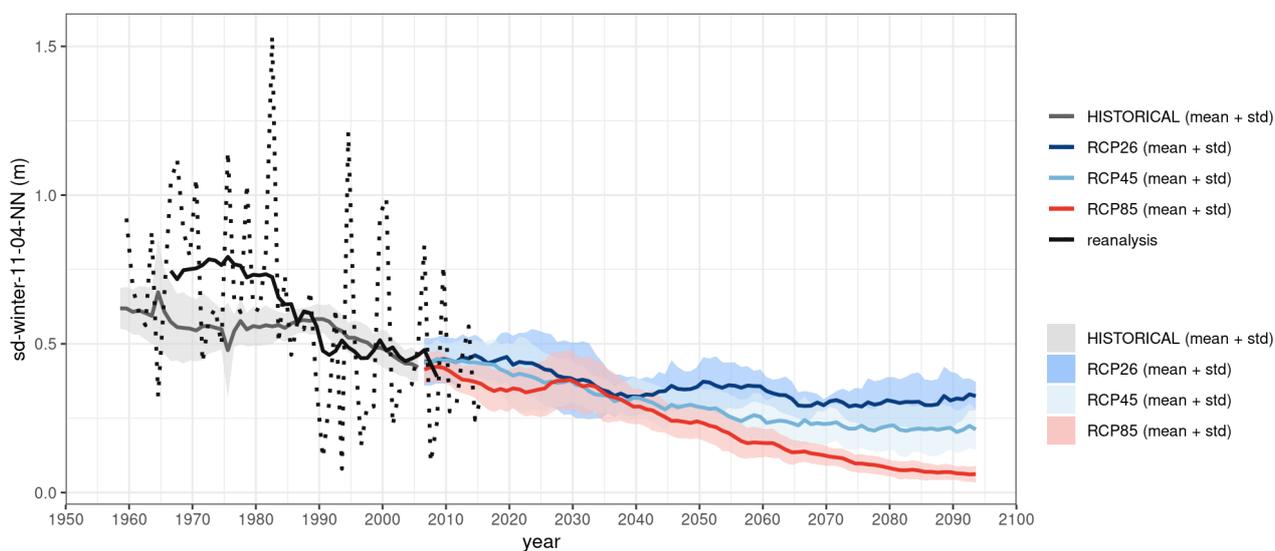


Figure 81: évolution temporelle de l'épaisseur hivernale (novembre-avril) du manteau neigeux (m) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.5.1 Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

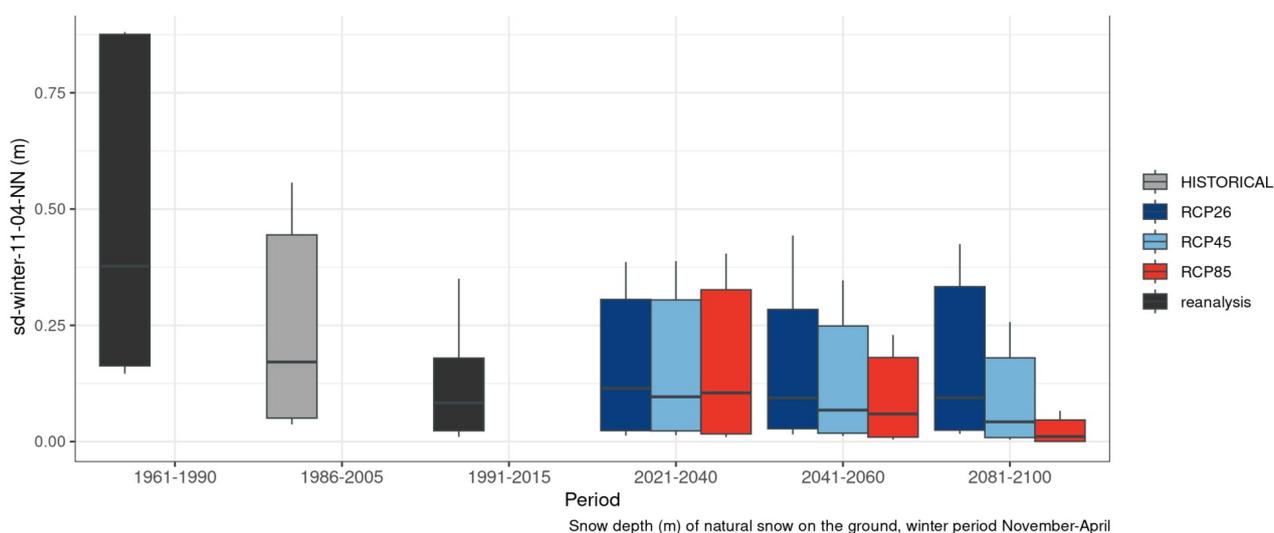


Figure 82: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 900 m

A 900 m sur le territoire Ballon Alsace, la hauteur moyenne de neige entre novembre et avril sur la période historique est de **17 cm**, associée à une variabilité inter-annuelle et inter-modèle comprise entre 4 cm et 56 cm.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Historique | 17 cm [4 cm ; 56 cm] | | | |
| RCP2.6 | | 11 cm [1 cm;39 cm] | 9 cm [2 cm;44 cm] | 9 cm [2,cm 42 cm] |
| RCP4.5 | | 10 cm [1 cm;39 cm] | 7 cm [1 cm;35 cm] | 4 cm [0 cm;26 cm] |
| RCP8.5 | | 10 cm [1 cm ;40 cm] | 6 cm [0 cm;23 cm] | 1 cm [0 cm;7 cm] |

Figure 83: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|---------------|----------------------|
| RCP2.6 | -6 cm (-33%) | -8 cm (-45%) | -8 cm (-45%) |
| RCP4.5 | -7 cm (-44%) | -10 cm (-60%) | -13 cm (-75%) |
| RCP8.5 | -7 cm (-39%) | -11 cm (-65%) | -16 cm (-94%) |

Figure 84: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Ballon Alsace à 900 m

Dans un futur proche (2021-2040), la hauteur de neige moyenne serait égale à une **dizaine** de centimètres. En milieu de siècle 2041-2060, cette hauteur de neige est comprise entre 6 cm [0;23] et 9 cm [2 ;44], respectivement pour le RCP8.5 et RCP2.6. En fin de siècle et avec le RCP8.5, l'enneigement à cette altitude de 900 m pourrait être **anecdotique (1cm [0 ;7])**.

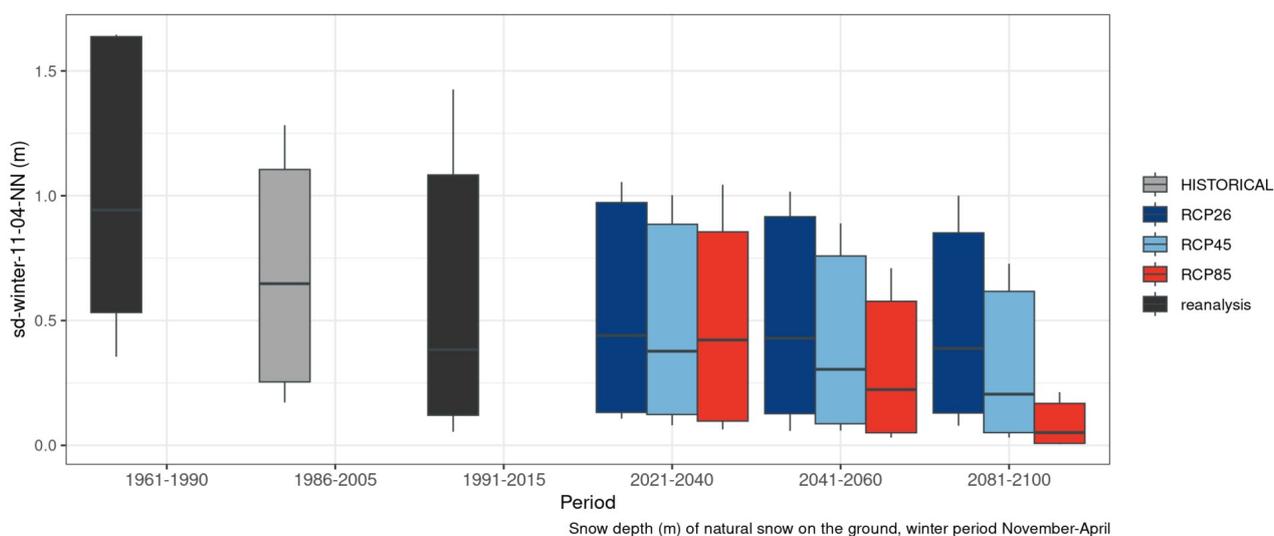


Figure 85: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 1200 m

A 1200 m sur le territoire Ballon Alsace, la hauteur moyenne de neige entre novembre et avril sur la période historique est de **65 cm**, associée à une variabilité inter-annuelle et inter-modèles comprise entre 17 cm et 128 cm.

A l'horizon proche, la hauteur de neige médiane modélisée est comprise entre 38 cm et 44 cm, soit une diminution comprise entre -32 % et -42 % selon les scénarios d'émissions. La diminution globale du manteau neigeux se poursuit à l'horizon moyen pour les scénarios RCP4.5 (-53 %) et RCP8.5 (-66 %). En fin de siècle la diminution se stabilise pour le RCP2.6 uniquement (-40 % par rapport à la période historique). Pour les 2 autres scénarios, les hauteurs de neige médianes sont comprises entre 21 cm (-68 % RCP4.5) et 5 cm (-92 % RCP8.5).

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Historique | 65 cm [17 cm ; 128 cm] | | | |
| RCP2.6 | | 44 cm [11 cm ; 105 cm] | 43 cm [6 cm ; 102 cm] | 39 cm [8 cm ; 100 cm] |
| RCP4.5 | | 38 cm [8 cm ; 100 cm] | 30 cm [6 cm ; 89 cm] | 21 cm [3 cm ; 73 cm] |
| RCP8.5 | | 42 cm [6 cm ; 104 cm] | 22 cm [3 cm ; 71 cm] | 5 cm [0 cm ; 21 cm] |

Figure 86: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Ballon Alsace à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| RCP2.6 | -21 cm (-32%) | -22 cm (-34%) | -26 cm (-40%) |
| RCP4.5 | -27 cm (-42%) | -34 cm (-53%) | -44 cm (-68%) |
| RCP8.5 | -23 cm (-35%) | -42 cm (-66%) | -60 cm (-92%) |

Figure 87: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 1200 m

Schirmeck

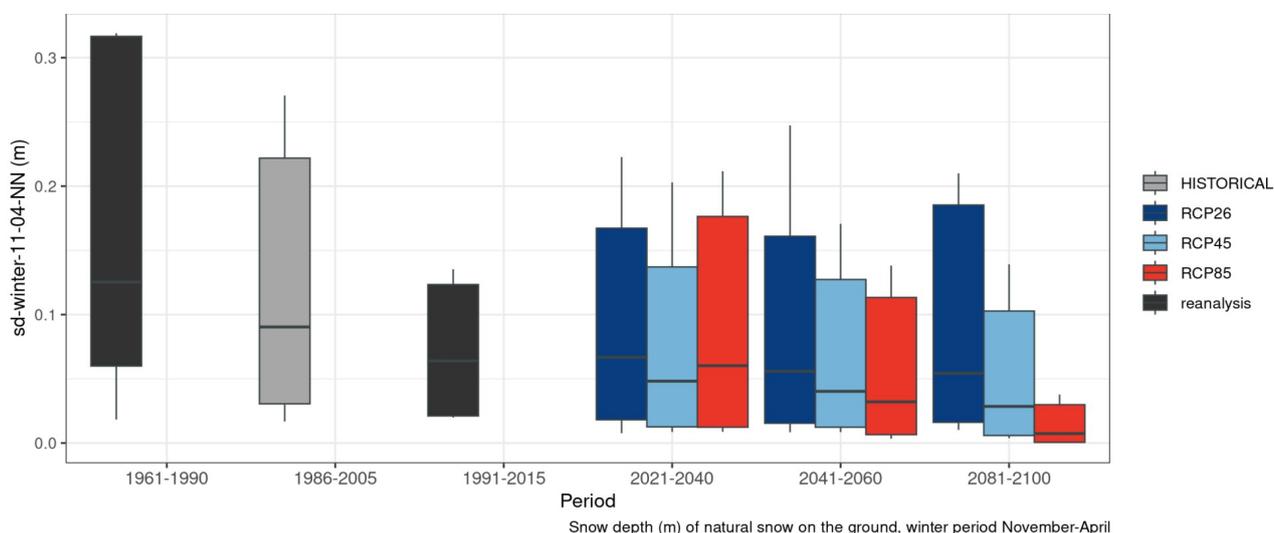


Figure 88: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

A 900 m sur le territoire de Schirmeck, la hauteur médiane sur la période historique est de **9 cm** [2;27].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Historique | 9 cm [2 cm;27 cm] | | | |
| RCP2.6 | | 7 cm [1 cm;22 cm] | 6 cm [1 cm;25 cm] | 5 cm [1 cm;21 cm] |
| RCP4.5 | | 5 cm [1 cm ;20 cm] | 4 cm [1 cm;17 cm] | 3 cm [0 cm;14 cm] |
| RCP8.5 | | 6 cm [1 cm;21 cm] | 3 cm [0 cm;14 cm] | 1 cm [0 cm;4 cm] |

Figure 89: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| RCP2.6 | -2 cm (-26%) | -3 cm (-38%) | -4 cm (-40%) |
| RCP4.5 | -4 cm (-47%) | -5 cm (-55%) | -6 cm (-68%) |
| RCP8.5 | -3 cm (-33%) | -6 cm (-65%) | -8 cm (-92%) |

Figure 90: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m

La baisse de l'enneigement est actée, ceci pour tous les horizons temporels ou scénarios d'émission. Nous remarquons que la quasi disparition de la neige au sol à cette altitude est possible en fin de siècle et avec le RCP8.5 (au maximum 4 cm 1 année sur 20).

A 1200 m d'altitude sur le territoire de Schirmeck, la hauteur médiane sur la période historique est de 29 cm associée à une variabilité inter-annuelle et inter-modèle de [7 cm;62cm]. Cette hauteur de neige médiane diminue pour tous les scénarios d'émissions à l'horizon proche (-30 % à -43 % de diminution). Comme constaté à 900 m d'altitude, la diminution de l'enneigement en fin de siècle est drastique : de 9 cm en médiane [2;35] pour le RCP4.5 et de 3 cm [0;12] pour le RCP8.5.

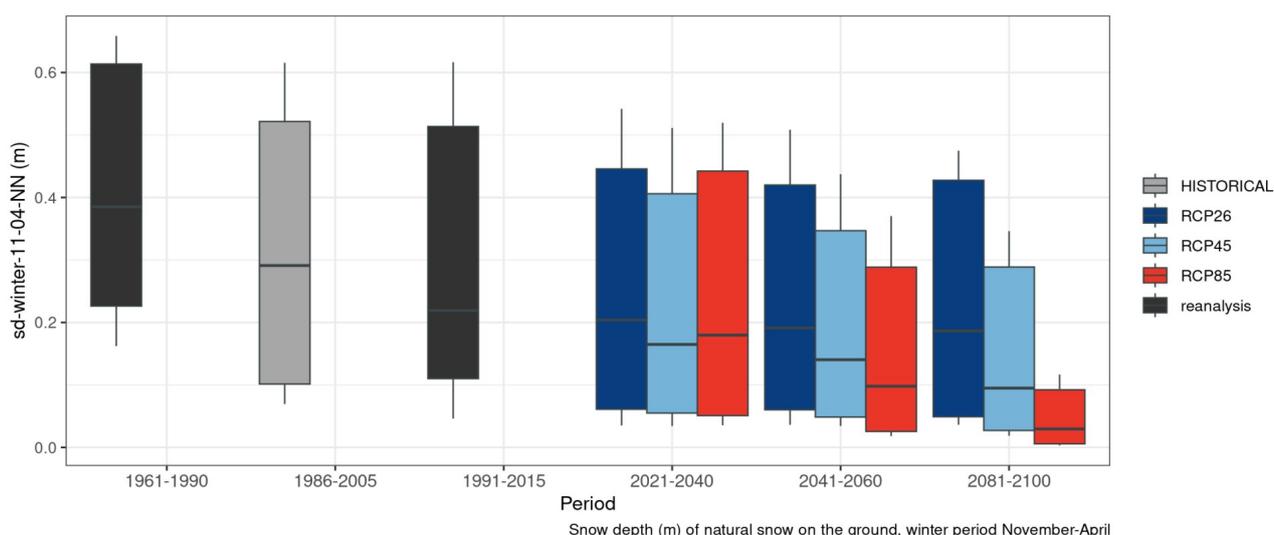


Figure 91: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Historique | 29 cm [7cm ; 62 cm] | | | |
| RCP2.6 | | 20 cm [4 cm ;54 cm] | 19 cm [4 cm ;51 cm] | 19 cm [4 cm ;47 cm] |
| RCP4.5 | | 16 cm [3 cm ;51 cm] | 14 cm [3 cm ;44 cm] | 9 cm [2 cm ;35 cm] |
| RCP8.5 | | 18 cm [4 cm ;52 cm] | 10 cm [2 cm ;37 cm] | 3 cm [0 cm ;12 cm] |

Figure 92: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | -9 cm (-30%) | -10 cm (-34%) | -10 cm (-36%) |
| RCP4.5 | -13 cm (-43%) | -15 cm (-52%) | -20 cm (-67%) |
| RCP8.5 | -11 cm (-38%) | -19 cm (-66%) | -26 cm (-90%) |

Figure 93: médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 1200 m

3 Résultats

3.5 Épaisseur de neige naturelle moyenne de novembre à avril

Hautes-Vosges

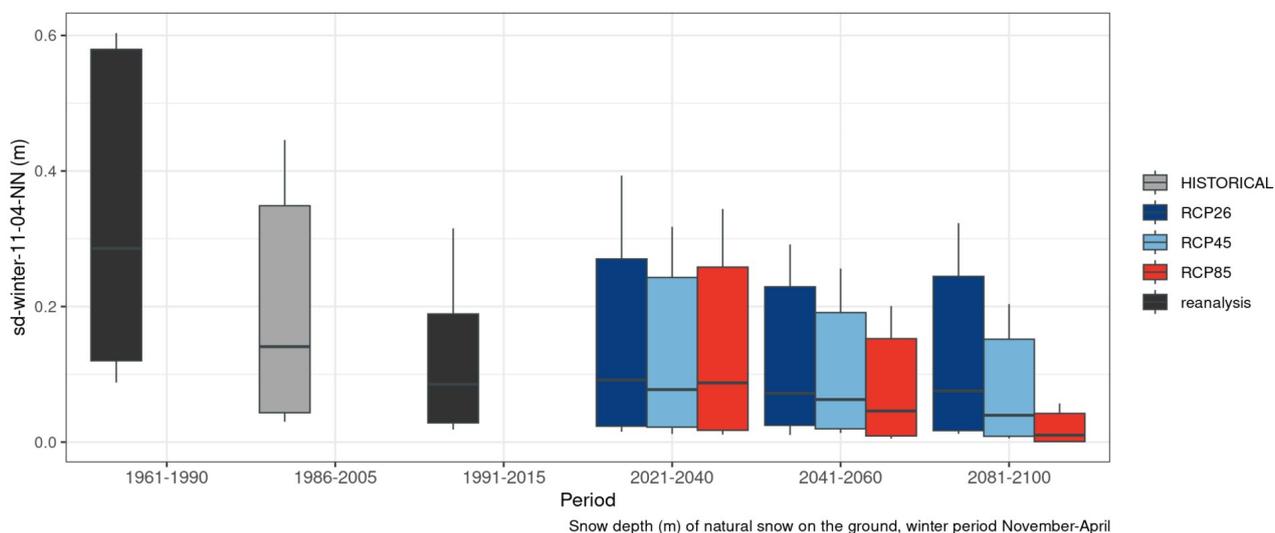


Figure 94: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

La hauteur moyenne sur la période historique est de **14 cm** [3 ; 45].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Historique | 14 cm [3 cm ; 45 cm] | | | |
| RCP2.6 | | 9 cm [2 cm ; 39 cm] | 7 cm [1 cm ; 29 cm] | 8 cm [1 cm ; 32 cm] |
| RCP4.5 | | 8 cm [1 cm ; 32 cm] | 6 cm [1 cm ; 26 cm] | 4 cm [1 cm ; 20 cm] |
| RCP8.5 | | 9 cm [1 cm ; 34 cm] | 5 cm [1 cm ; 20 cm] | 1 cm [0 cm ; 6 cm] |

Figure 95: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Figure 96:

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|--------------|----------------------|
| RCP2.6 | -5 cm (-35%) | -7 cm (-49%) | -7 cm (-46%) |
| RCP4.5 | -6 cm (-45%) | -8 cm (-55%) | -10 cm (-72%) |
| RCP8.5 | -5 cm (-38%) | -9 cm (-67%) | -13 cm (-93%) |

Figure 97: Médiane de l'évolution de la hauteur de neige par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Comme sur les territoires précédents, la baisse de l'épaisseur de neige au cours du siècle est inéluctable. À un horizon proche, la perte est d'environ 40 % aux altitudes présentées ici, 900 m et 1200 m (ci-après). En fin de siècle et avec le scénario RCP8.5, l'épaisseur de neige serait anecdotique (1 cm une année sur 2, 6 cm une année sur 20 à 900 m d'altitude ; 5 cm une année sur 2, 18 cm une année sur 20 à 1200 m d'altitude).

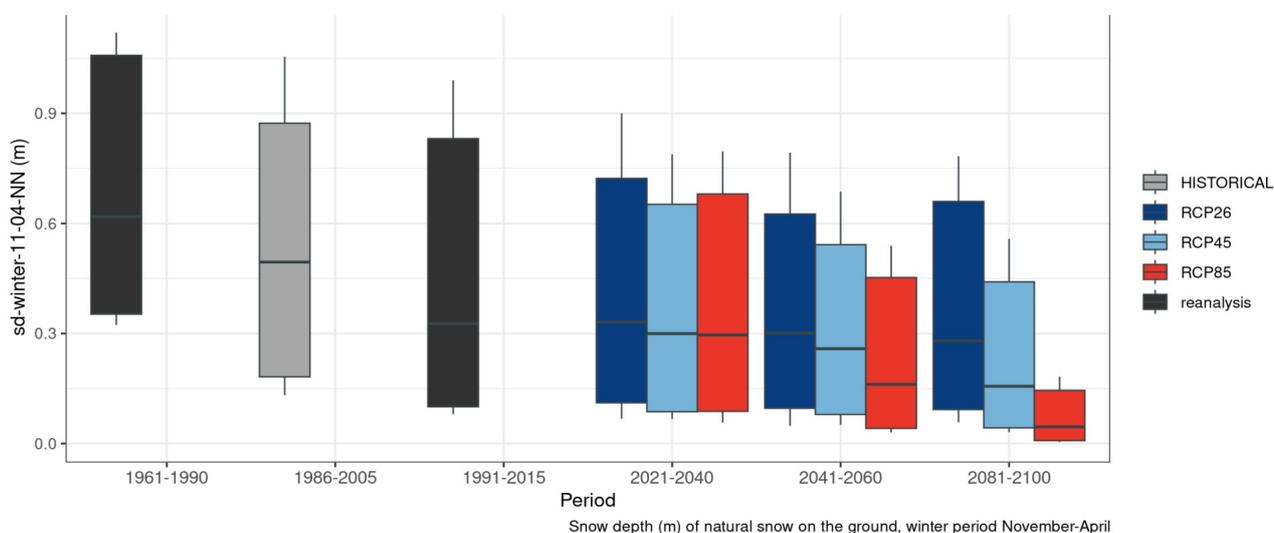


Figure 98: médiane de l'évolution de l'épaisseur de neige hivernale par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Historique | 49 cm [13 cm;105 cm] | | | |
| RCP2.6 | | 33 cm [7 ;90] | 30 cm [5 ;79] | 28 cm [6 ;78] |
| RCP4.5 | | 30 cm [7 ;79] | 26 cm [5 ;69] | 16 cm [3 ;56] |
| RCP8.5 | | 30 cm [6 ;80] | 16 cm [3 ;54] | 5 cm [0 ;18] |

Figure 99: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|---------------|---------------|
| RCP2.6 | -16 cm (-33 %) | -19 cm (-39%) | -21 cm (-43%) |
| RCP4.5 | -19 cm (-39 %) | -24 cm (-48%) | -34 cm (-68%) |
| RCP8.5 | -20 cm (-40 %) | -33 cm (-67%) | -45 cm (-91%) |

Figure 100: médiane de l'évolution de la hauteur de neige hivernale par rapport à la période historique 1986-2005

3.5.2 Altitudes élevées

Hautes-Vosges

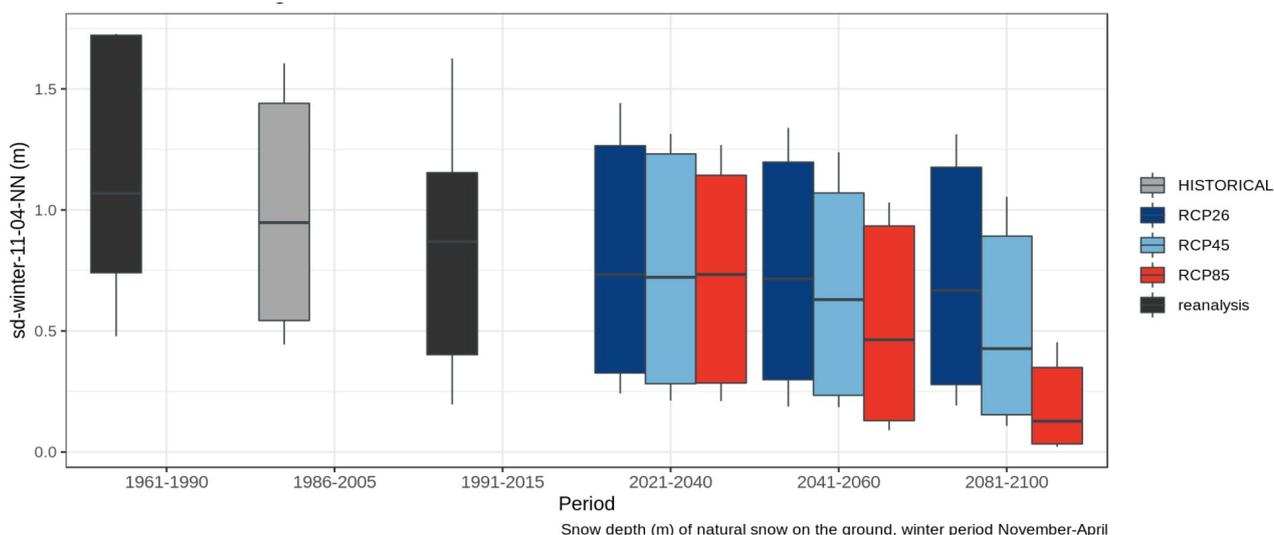


Figure 101: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'épaisseur de neige hivernale en m (novembre-avril) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

La hauteur moyenne sur la période historique est de **95 cm** [44;161].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Historique | 95 cm [44;161] | | | |
| RCP2.6 | | 73 cm [24 cm ; 144 cm] | 72 cm [19 cm ; 134 cm] | 67 cm [19 cm ; 131 cm] |
| RCP4.5 | | 72 cm [21 cm ; 131 cm] | 63 cm [19 cm ; 124 cm] | 43 cm [11 cm ; 105 cm] |
| RCP8.5 | | 73 cm [21 cm ; 127 cm] | 46 cm [9 cm ; 103 cm] | 13 cm [2 cm ; 45 cm] |

Figure 102: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la hauteur de neige hivernale - 3 horizons

temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| RCP2.6 | -21 cm (-23%) | -23 cm (-25%) | -28 cm (-30%) |
| RCP4.5 | -23 cm (-24%) | -32 cm (-34%) | -52 cm (-55%) |
| RCP8.5 | -21 cm (-23%) | -48 cm (-51%) | -82 cm(-87%) |

Figure 103: médiane de l'évolution de la hauteur de neige hivernale par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Dans un futur proche (2021-2040), la hauteur de neige moyenne perdrait une **vingtaine** de centimètres. En fin de siècle et avec le RCP8.5, la hauteur de neige à cette altitude serait **divisée par 10** environ par rapport à la période historique. Le scénario d'émission de gaz à effet de serre médian RCP4.5 présente une réduction de -52 cm pour cet horizon, soit une diminution de 55 %.

3.5.3 Conclusion partielle

À toutes altitudes, l'enneigement moyen va baisser au cours du 21ème siècle. À 900 m et 1200 m, l'enneigement déjà faible sur la période historique va devenir **aléatoire** surtout en fin de siècle et avec le scénario RCP8.5. On note que la baisse est **plus sensible** à **moyenne altitude** qu'à haute altitude.

À 1500 m, à l'horizon proche 2021-2040, l'enneigement va baisser d'une **vingtaine** de centimètres, quel que soit le scénario d'émission de gaz à effet de serre. En fin de siècle et avec le scénario le plus pessimiste, les conditions de hauteur de neige naturelle au sol ressembleraient aux conditions à 900 m sur la période 1986-2005.

| territoire | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|-------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | -72 % | -68 % | -55 % |
| Ballon-Alsace | -75 % | -68 % | x |
| Schirmeck | -68 % | -67 % | x |

Figure 104: médiane de l'évolution de la hauteur de neige hivernale (par territoire et altitude) par rapport à la période historique 1986-2005, RCP4.5 - horizon 2081-2100

3.6 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 30 cm

Cet indicateur n'est exploité qu'à partir de **900 m** ; en deçà de cette altitude, les valeurs sont trop faibles pour être analysées.

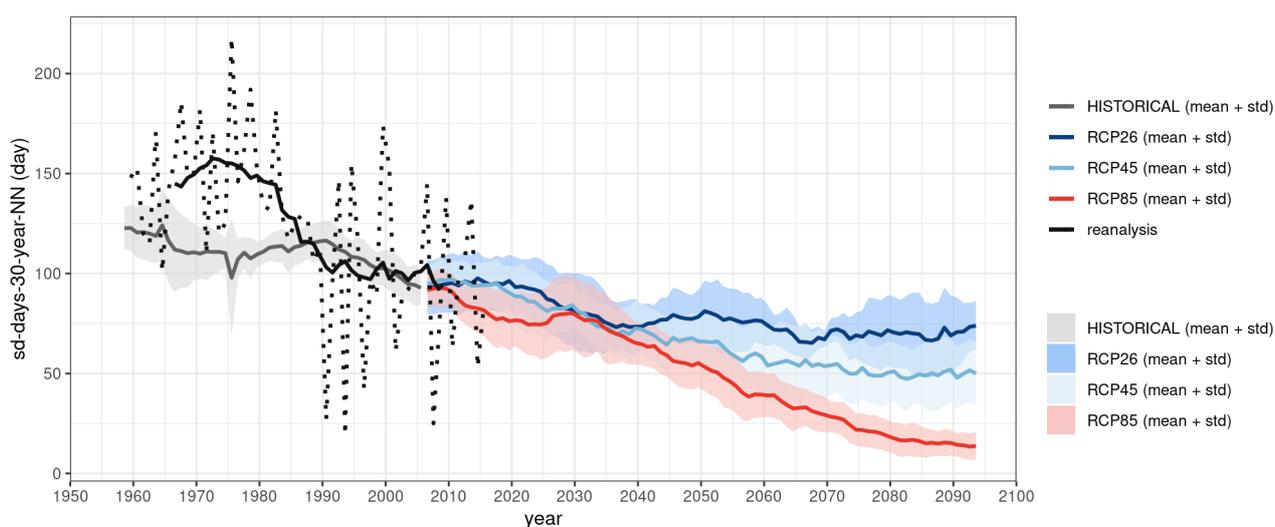


Figure 105: évolution temporelle du nombre de jours annuel dont l'épaisseur de neige est supérieure à 30 cm pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Le nombre de jours par an avec un enneigement naturel supérieur à 30 cm va baisser durant le siècle. L'évolution suit celle des températures :

- RCP2.6 : on note une stabilisation de la diminution en milieu de siècle,
- RCP4.5 : la stabilisation apparaît en deuxième partie de siècle,
- RCP8.5 : la baisse est continue jusqu'en fin de siècle

3.6.1 Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

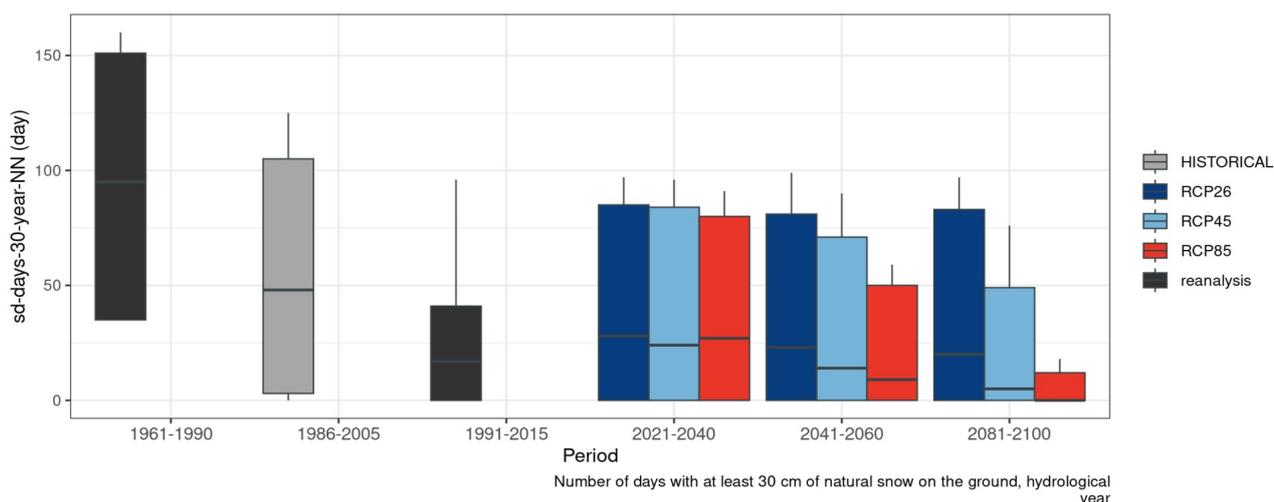


Figure 106: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m

A 900 m d'altitude, le nombre de jours médian dont l'épaisseur de neige est supérieure à 30 cm sur la période historique est de **48 jours**, la variabilité interannuelle et inter-modèle s'étendant de 0 jour à 125 jours. Le territoire Ballon d'Alsace est d'ailleurs le plus enneigé des 3 territoires. La réduction de ce nombre de jours d'enneigement survient dès l'horizon proche, ceci quelque soit le scénario RCP (nombre de jours médian compris entre 24 et 28 jours, soit une diminution de 40 % à 50 % de jours). On note également la diminution du nombre de jours des saisons de bon enneigement: de 125 jours sur la période historique, ce nombre se réduit entre 59 jours et 99 jours, respectivement pour le RCP8.5 et RCP2.6 à l'horizon moyen. Cette diminution est drastique à l'horizon lointain pour le scénario RCP8.5 : les saisons les plus favorables, dont l'enneigement est supérieur à 30 cm, seraient de 2 semaines environ.

3 Résultats

3.6 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 30 cm

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Historique | 48 jours [0 ; 125] | | | |
| RCP2.6 | | 28 jours [0 ; 97] | 23 jours [0 ; 99] | 20 jours [0 ; 97] |
| RCP4.5 | | 24 jours [0 ; 96] | 14 jours [0 ; 90] | 5 jours [0 ; 76] |
| RCP8.5 | | 27 jours [0 ; 91] | 9 jours [0 ; 59] | 0 jours [0 ; 18] |

Figure 107: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -20 jours (-42%) | -25 jours (-52%) | -28 jours (-58%) |
| RCP4.5 | -24 jours (-50%) | -34 jours (-71%) | -43 jours (-90%) |
| RCP8.5 | -21 jours (-44%) | -39 jours (-81%) | -48 jours (-100%) |

Figure 108: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

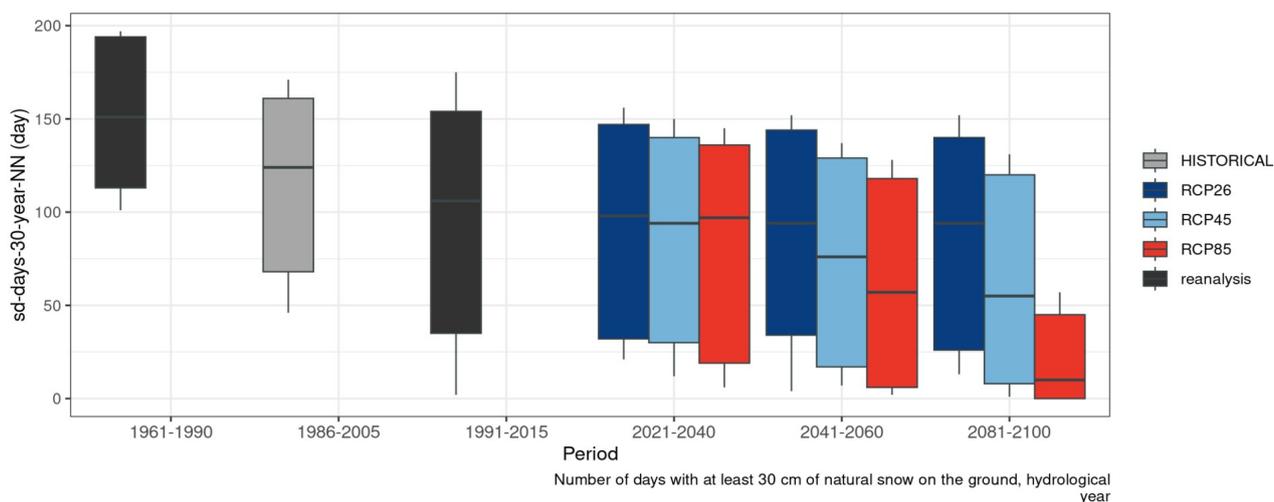


Figure 109: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

3.6 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 30 cm

A 1200 m d'altitude sur le territoire de Ballon Alsace, le nombre de jours médian dont l'épaisseur de neige est supérieure à 30 cm sur la période historique est de **124 jours**, la variabilité interannuelle et inter-modèle s'étendant de 46 jours à 171 jours. La saison d'enneigement, avec ce seuil de 30cm de neige naturelle au sol, se réduit d'environ 1 mois en médiane à l'horizon proche. En fin de siècle, la baisse se stabilise avec le scénario à émissions modérées (94 jours soit -30 jours de réduction par rapport à la période historique). La diminution est de plus de 2 mois avec le RCP4.5, et de presque 4 mois selon le scénario à fortes émissions RCP8.5.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Historique | 124 jours [46 ; 171] | | | |
| RCP2.6 | | 98 jours [21 ; 156] | 94 jours [4 ; 152] | 94 jours [13 ; 152] |
| RCP4.5 | | 94 jours [12 ; 150] | 76 jours [7 ; 137] | 55 jours [1 ; 131] |
| RCP8.5 | | 97 jours [6 ; 145] | 57 jours [2 ; 128] | 10 jours [0 ; 57] |

Figure 110: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|-------------------|
| RCP2.6 | -26 jours (-21%) | -30 jours (-24%) | -30 jours (-24%) |
| RCP4.5 | -30 jours (-24%) | -48 jours (-39%) | -69 jours (-56%) |
| RCP8.5 | -27 jours (-22%) | -67 jours (-54%) | -114 jours (-92%) |

Figure 111: Médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- Ballon-Alsace à 1200 m

Schirmeck

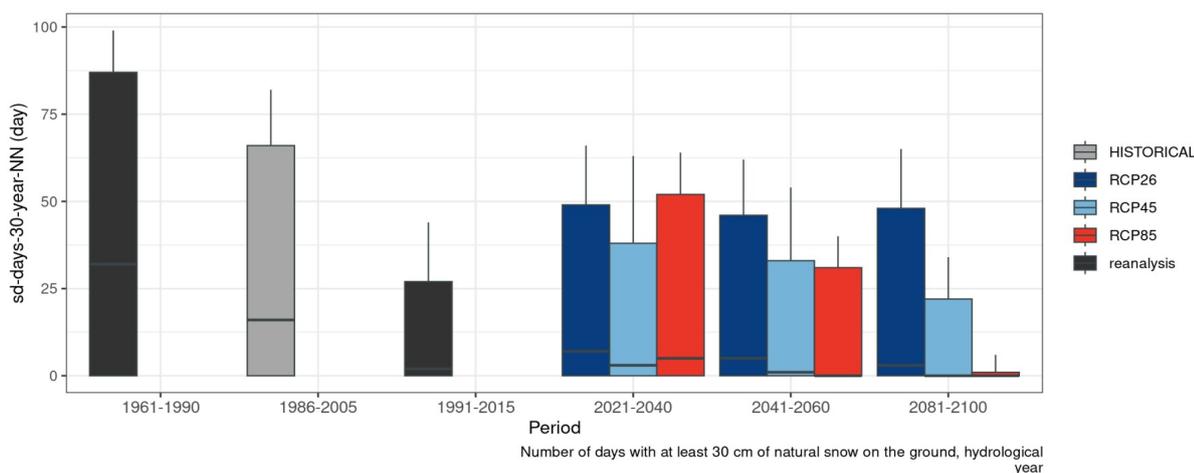


Figure 112: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Le territoire de Schirmeck est le moins enneigé des 5 territoires de la zone d'étude. A 900 m, le nombre de jours médians, dont l'enneigement est supérieur à 30 cm sur la période historique est de **16 jours** [0;82]. L'occurrence des saisons de neige abondante se réduit à l'horizon proche, le nombre de jours étant environ d'une soixantaine de jours, contre 80 jours environ historiquement. A l'horizon 2081-2100, le nombre de jours est stable pour le RCP2.6, encore en diminution pour le RCP4.5 (quantile 95 estimé à 34 jours). Ces saisons de neige abondante disparaissent totalement pour le RCP8.5 (quantile 95 estimé à 6 jours).

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Historique | 16 jours [0;82] | | | |
| RCP2.6 | | 7 jours [0;66] | 5 jours [0;62] | 3 jours [0;65] |
| RCP4.5 | | 3 jours [0;63] | 1 jours [0;54] | 0 jour [0;34] |
| RCP8.5 | | 5 jours [0;64] | 0 jour [0;40] | 0 jour [0;6] |

Figure 113: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -9 jours (-56%) | -11 jours (-69%) | -13 jours (-81%) |
| RCP4.5 | -13 jours (-81%) | -15 jours (-94%) | -16 jours (-100%) |
| RCP8.5 | -11 jours (-69%) | -16 jours (-100%) | -16 jours (-100%) |

Figure 114: Médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m

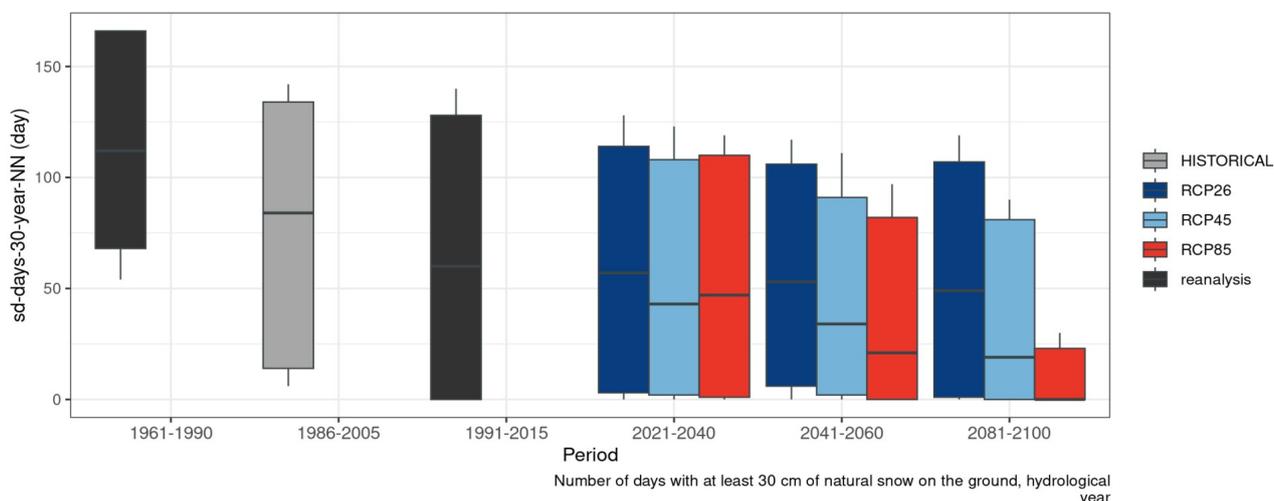


Figure 115: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m, le nombre de jours médians, dont l'enneigement est supérieur à 30 cm sur la période historique est de **84 jours** [6;142]. Comme pour les altitudes inférieures, l'occurrence des saisons de neige abondante se réduit, ceci pour tous les horizons et scénarios ; par exemple pour le scénario médian RCP8.5, le nombre de jours est estimé à 123 jours, 111 jours, 90 jours, respectivement pour les horizons 2021-2040, 2041-2060 et 2081-2100.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Historique | 84 jours [6;142] | | | |
| RCP2.6 | | 57 jours [0 ; 128] | 53 jours [0 ; 117] | 49 jours [0 ; 119] |
| RCP4.5 | | 43 jours [0 ; 123] | 34 jours [0 ; 111] | 19 jours [0 ; 90] |
| RCP8.5 | | 47 jours [0 ; 119] | 21 jours [0 ; 97] | 0 jours [0 ; 30] |

Figure 116: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique -territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| RCP2.6 | -27 jours (-32 %) | -31 jours (-37 %) | -35 jours (-42 %) |
| RCP4.5 | -41 jours (-49 %) | -50 jours (-60 %) | -65 jours (-77 %) |
| RCP8.5 | -37 jours (-44 %) | -63 jours (-75 %) | -84 jours (-100 %) |

Figure 117: Médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005-territoire de Schirmeck à 1200 m

Hautes-Vosges

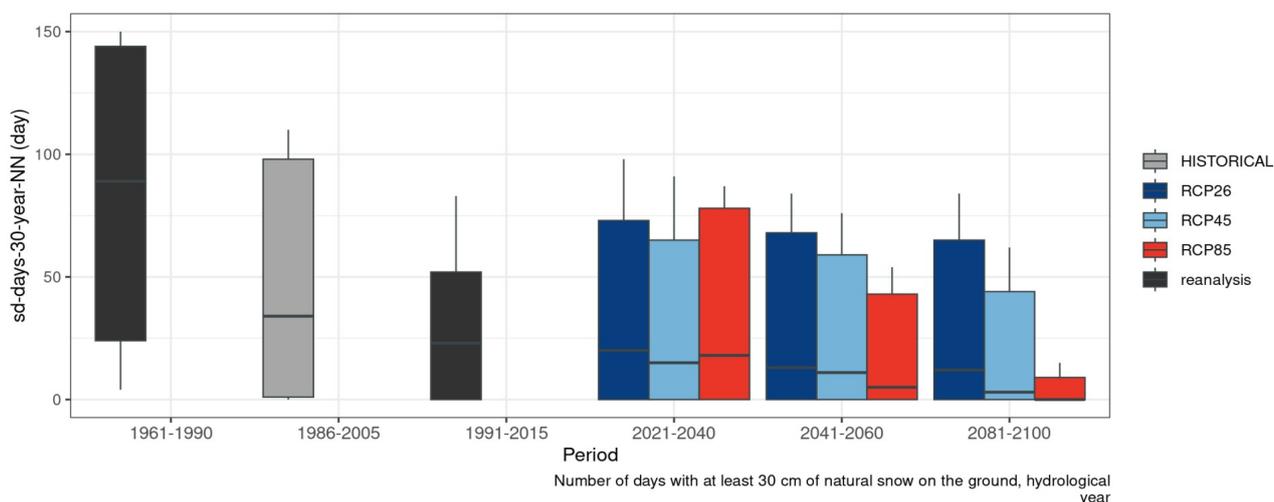


Figure 118: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Selon le graphique ci-dessus, nous voyons que le nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm diminue. Les saisons bien enneigées diminuent également en durée (maximum de la boîte à moustaches en baisse). Sur la période 1986-2005, la médiane du nombre de jours est égale à **34 jours** à 900 m (109 jours à 1200 m), avec une variabilité inter-annuelle allant de 0 jour à 110 jours (de 32 jours à 165 jours à 1200 m d'altitude).

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| Historique | 34 [0 ; 110] | | | |
| RCP2.6 | | 20 [0;98] | 13 (0;84] | 12 [0;84] |
| RCP4.5 | | 15 [0;91] | 11 [0;76] | 3 [0;62] |
| RCP8.5 | | 18 [0;87] | 5 [0;54] | 0 [0;15] |

Figure 119: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -14 jours (-41%) | -21 jours (-62%) | -22 jours (-65%) |
| RCP4.5 | -19 jours (-56%) | -23 jours (-68%) | -31 jours (-91%) |
| RCP8.5 | -16 jours (-47%) | -29 jours (-85%) | -34 jours (-100%) |

Figure 120: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire des Hautes-Vosges à 900m

À un horizon proche, à 900 m d'altitude, le nombre de jours avec hauteur de neige naturelle au sol supérieure à 30 cm va diminuer environ de **moitié** avec tous les scénarios. Cette baisse s'accroît au cours du siècle, cet enneigement pourrait disparaître à l'horizon lointain avec le RCP8.5 (faible écart [Q5 ;Q95], de [0 jour;15 jours]). A 1200 m, à l'horizon proche, la diminution est estimée entre -25 % et -28 % . Cette diminution s'accroît avec les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 aux horizons moyens et fin de siècle : on perd ainsi 64 jours d'enneigement pour le RCP4.5, 101 jours d'enneigement pour le scénario à fortes émissions RCP8.5.

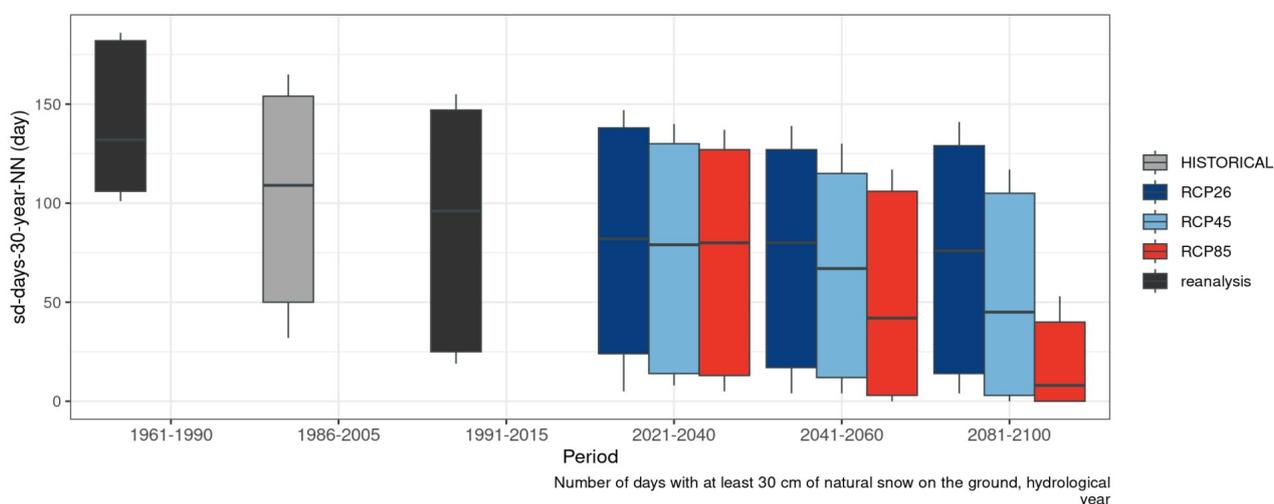


Figure 121: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.6 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 30 cm

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Historique | 109 jours [32 ; 165] | | | |
| RCP2.6 | | 82 jours [5 ;147] | 80 jours [4 ;139] | 76 jours [4 ;141] |
| RCP4.5 | | 79 jours [8 ;140] | 67 jours [4 ;130] | 45 jours [0 ;117] |
| RCP8.5 | | 80 jours [5 ;137] | 42 jours [0 ;117] | 8 jours [0 ;53] |

Figure 122: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP - territoire des Hautes-Vosges à 1200m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| RCP2.6 | -27 jours (-25%) | -29 jours (-27%) | -33 jours (-30%) |
| RCP4.5 | -30 jours (-28%) | -42 jours (-39%) | -64 jours (-59%) |
| RCP8.5 | -29 jours (-27%) | -67 jours (-61%) | -101 jours (-93%) |

Figure 123: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005-territoire des Hautes-Vosges à 1200m

3.6.2 Altitudes élevées

Hautes-Vosges

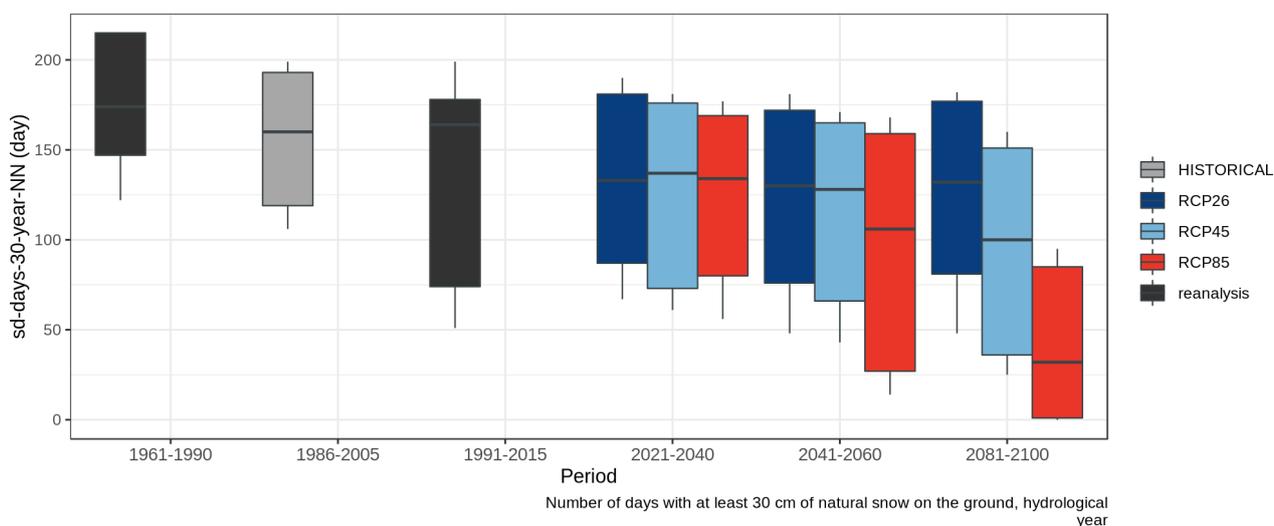


Figure 124: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 30 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Le nombre de jours moyens sur la période historique est de **160 jours** soit un peu plus de 5 mois. Le nombre de jours d'enneigement supérieur à 30 cm oscille entre 106 jours (quantile 5) pour les saisons les moins enneigées et 199 jours (quantile 95) pour les meilleures saisons.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Historique | 160 [106;199] | | | |
| RCP2.6 | | 133 [67;190] | 130 [48;181] | 132 [48;182] |
| RCP4.5 | | 137 [61 ;181] | 128 [43 ;171] | 100 [25;160] |
| RCP8.5 | | 134 [56;177] | 106[14;168] | 32 [0;95] |

Figure 125: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|------------------|
| RCP2.6 | -27 jours (-17%) | -30 jours (-19%) | -28 jours (-18%) |
| RCP4.5 | -23 jours (-14%) | -32 jours (-20%) | -60 jours(-38%) |
| RCP8.5 | -26 jours (-16%) | -54 jours (-34%) | -128 jours(-80%) |

Figure 126: médiane de l'évolution du nombre de jours dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

A un horizon proche, on pourrait perdre **1 mois** d'enneigement de neige naturelle supérieure à 30 cm. Pour l'horizon moyen, la baisse du nombre de jours médians est comprise entre 30 jours et 54 jours, respectivement pour le RCP2.6 et RCP8.5. Pour le scénario RCP8.5 en fin de siècle, cette réduction pourrait atteindre plus de 4 mois, la durée totale de l'enneigement serait égale à un mois.

3.6.3 Conclusion partielle

Le nombre de jours avec un enneigement en neige naturelle supérieur 30 cm va diminuer au cours du 21ème siècle, quel que soit le scénario d'émissions. Aux altitudes moyennes (900 m-1200 m), cet enneigement deviendra rare. En altitude (tranche 1500 m), la neige résiste un peu plus mais la baisse est très significative en milieu et fin de siècle et avec les scénarios RCP4.5 et RCP8.5. En évolution relative la baisse du nombre de jours avec une hauteur de neige naturelle supérieure 30 cm est plus significative à moyenne altitude qu'à altitude élevée.

| territoire | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|--------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | -91 % | -59 % | -38 % |
| Ballon-Alsace | -90 % | -56 % | x |
| Schirmeck | -100 % | -77 % | x |

Figure 127: médiane de l'évolution du nombre de jours (par territoire et altitude) dont la hauteur de neige est supérieure à 30 cm par rapport à la période historique 1986-2005- - RCP4.5 - horizon 2081-2100

3.7 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 5 cm

Cet indicateur n'est valable qu'à partir de **900 m**, en dessous les valeurs sont trop faibles pour donner une réelle information.

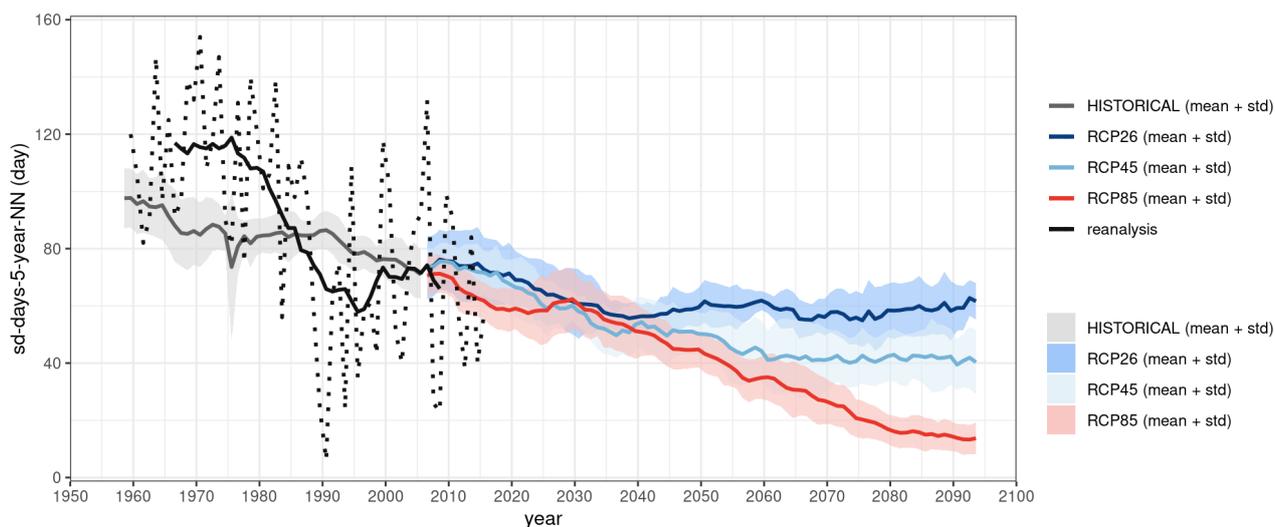


Figure 128: évolution temporelle du nombre de jours annuel dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Sur l'exemple ci-dessus, la figure XX montre la baisse attendue du nombre de jours avec un enneigement naturel supérieur à 5 cm pour le territoire de Schirmeck à l'échelle annuelle au cours du XXI^e siècle et pour les trois scénarios RCP.

La dynamique est identique pour tous les territoires et toutes les altitudes. En effet, la baisse est assez semblable pour les différents scénarios sur l'horizon proche. Sur la seconde moitié du siècle, il varie nettement selon le RCP considéré :

- la baisse reste proche de la valeur à l'horizon 2021-2040 pour le RCP2.6,
- baisse pour le RCP4.5,
- baisse marquée pour le RCP8.5.

3.7.1 Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

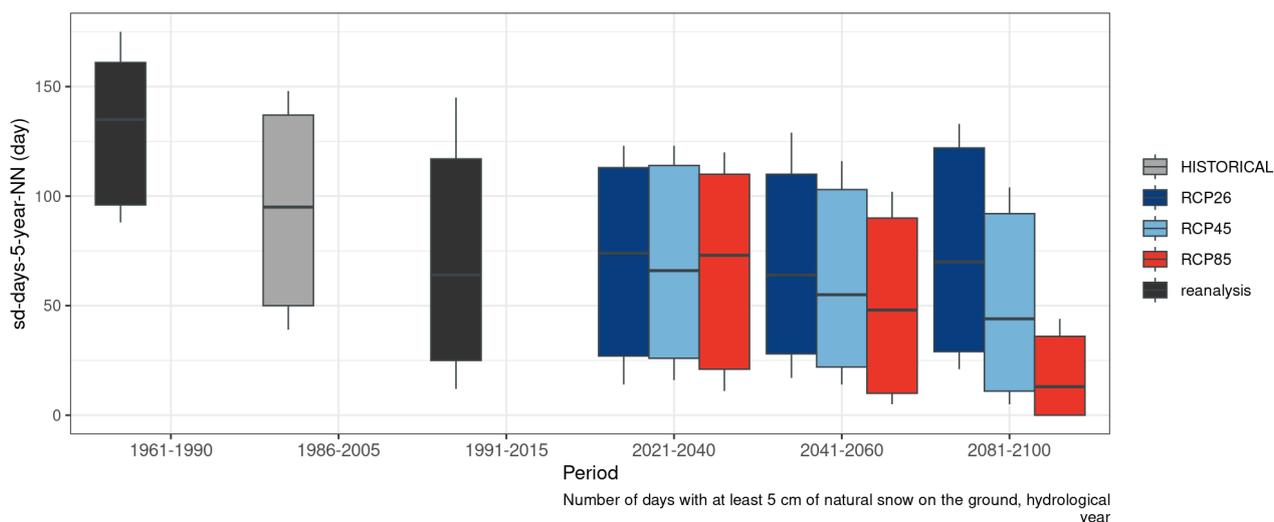


Figure 129: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 900 m

A 900 m, le nombre de jours médian sur la période historique est de **95 jours** [39;148] soit un peu plus de **3 mois**, dont l'enneigement naturel est supérieur à 5 cm.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Historique | 95 [39;148] | | | |
| RCP2.6 | | 74 [14;123] | 64 [17;129] | 70 [21;133] |
| RCP4.5 | | 66 [16;123] | 55 [14;116] | 44 [5;104] |
| RCP8.5 | | 73 [11;120] | 48 [5;102] | 13 [0;44] |

Figure 130: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon

Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|-------------------------|
| RCP2.6 | -21 jours (-22%) | -31 jours (-33%) | -25 jours (-26%) |
| RCP4.5 | -29 jours (-31%) | -40 jours (-42%) | -51 jours (-54%) |
| RCP8.5 | -22 jours (-23%) | -47 jours (-49%) | -82 jours (-86%) |

Figure 131: Médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Ballon Alsace à 900 m

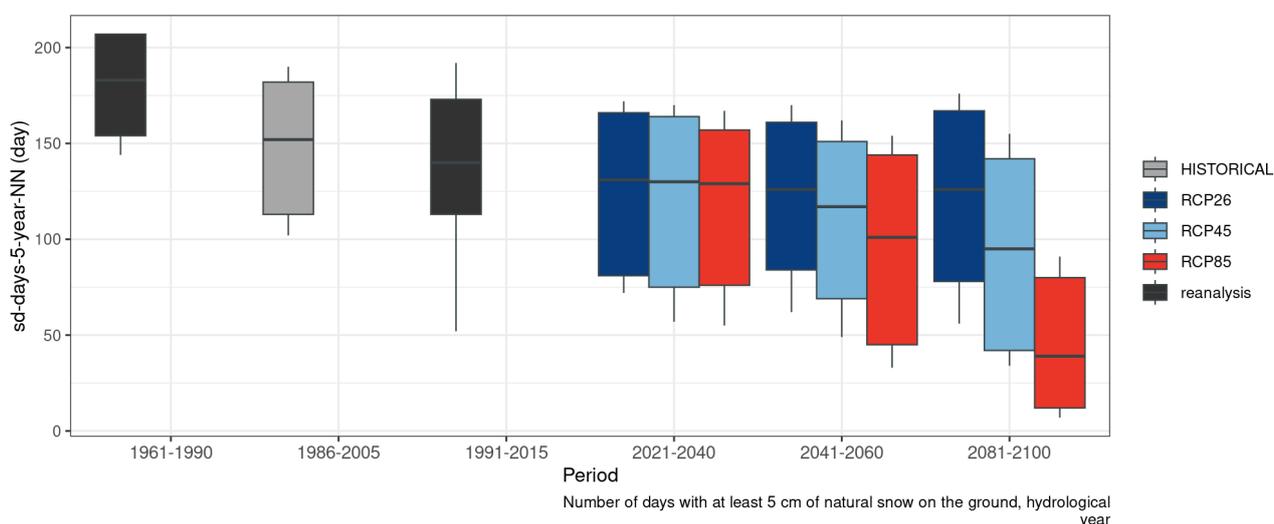


Figure 132: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 1200 m

A 1200 m, sur la période 1986-2005, la valeur médiane (une année sur 2 en fréquence) est de **152** jours [102;190].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Historique | 152 [102;190] | | | |
| RCP2.6 | | 131 [72;172] | 126 [62;170] | 126 [56;176] |
| RCP4.5 | | 130 [57;170] | 117 [49;162] | 95 [34;155] |
| RCP8.5 | | 129 [55;167] | 101 [33;154] | 39 [7;91] |

Figure 133: Valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -21 jours (-14%) | -26 jours (-17%) | -26 jours (-17%) |
| RCP4.5 | -22 jours (-14%) | -35 jours (-23%) | -57 jours (-38%) |
| RCP8.5 | -23 jours (-15%) | -51 jours (-34%) | -113 jours (-74%) |

Figure 134: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 1200 m

Dans un futur proche, la baisse pourrait d'être d'une vingtaine de jours pour ces 2 altitudes (entre 20 et 30 % de jours en moins à 900 m, -15 % à 1200 m). On note également la réduction d'une vingtaine de jours pour les saisons les plus enneigées, passant à 900 m de 148 jours sur la période historique à 120 jours environ à l'horizon proche 2021-2040 (de 190 jours à environ 170 jours à 1200 m). En fin de siècle et avec le RCP8.5, la période d'enneigement médiane pourrait durer seulement **2 semaines** à 900 m et un peu plus **d'un mois** à 1200 m. A 900 m, il y a également une probabilité avec ce scénario et cet horizon d'avoir des saisons sans neige (quantile 5 de la série modélisée égale à 0). Notons qu'à ces 2 altitudes avec le RCP8.5, le maximum à l'horizon lointain se retrouve au niveau du minimum sur la période 1986-2005.

Schirmeck

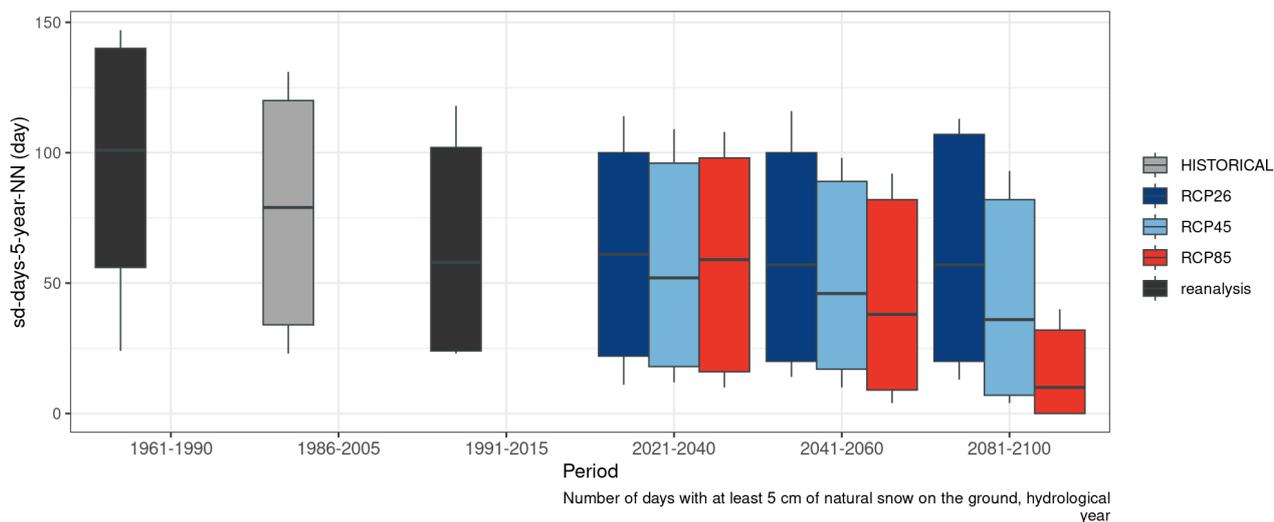


Figure 135: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Le nombre de jours avec une hauteur de neige naturelle supérieure à 5 cm est en baisse au cours du 21ème siècle. Il y a également diminution de la durée des « bonnes » saisons (maximum des boîtes à moustaches en baisse).

A 900 m, la médiane sur la période historique est égale à **79 jours**, 23 jours pour les saisons les moins enneigées et 131 jours pour les meilleures saisons.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Historique | 79 [23;131] | | | |
| RCP2.6 | | 61 [11;114] | 57 [14;116] | 57 [13;113] |
| RCP4.5 | | 52 [12;109] | 46 [10;98] | 36 [4;93] |
| RCP8.5 | | 59 [10;108] | 38 [4;92] | 10 [0;40] |

Figure 136: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

3 Résultats

3.7 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 5 cm

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|-------------------------|
| RCP2.6 | -18 jours (-23%) | -22 jours (-28%) | -22 jours (-28%) |
| RCP4.5 | -27 jours (-34%) | -33 jours (-42%) | -43 jours (-54%) |
| RCP8.5 | -20 jours (-25%) | -41 jours (-52%) | -69 jours (-87%) |

Figure 137: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 900 m

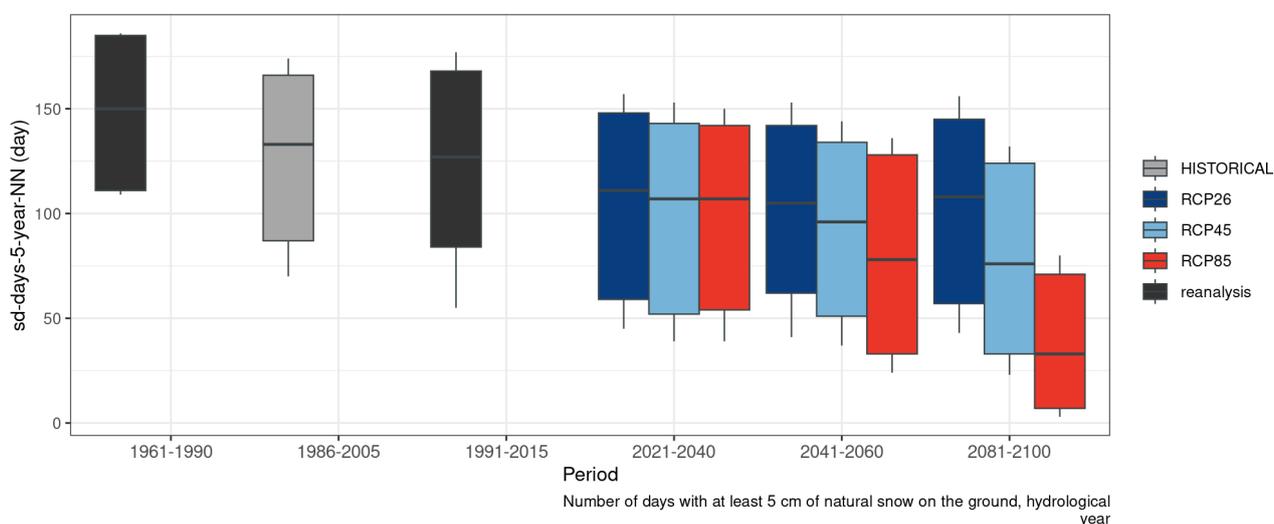


Figure 138: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m, sur la période 1986-2005, la valeur médiane (une année sur 2 en fréquence) est de **133** jours [70;174].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Historique | 133 [70;174]. | | | |
| RCP2.6 | | 111 [45;157] | 105 [41;153] | 108 [43;156] |
| RCP4.5 | | 107 [39;153] | 96 [37;144] | 76 [23;132] |
| RCP8.5 | | 107 [39;150] | 78 [24;136] | 33 [3;80] |

Figure 139: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -22 jours (-17%) | -28 jours (-21%) | -25 jours (-19%) |
| RCP4.5 | -26 jours (-20%) | -37 jours (-28%) | -57 jours (-43%) |
| RCP8.5 | -26 jours (-20%) | -55 jours (-41%) | -100 jours (-75%) |

Figure 140: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 1200 m

A un horizon proche et avec tous les scénarios, le nombre de jours avec neige > 5 cm va baisser (-25 à -30 % à 900 m, -20 % à 1200 m). Seul le RCP2.6 limite cette baisse au cours du 21ème siècle. A l'horizon 2081-2100 avec le scénario RCP8.5 cette baisse est marquée (10 jours contre 79 sur la période historique à 900 m, 33 jours contre 133 jours à 1200 m).

Hautes-Vosges

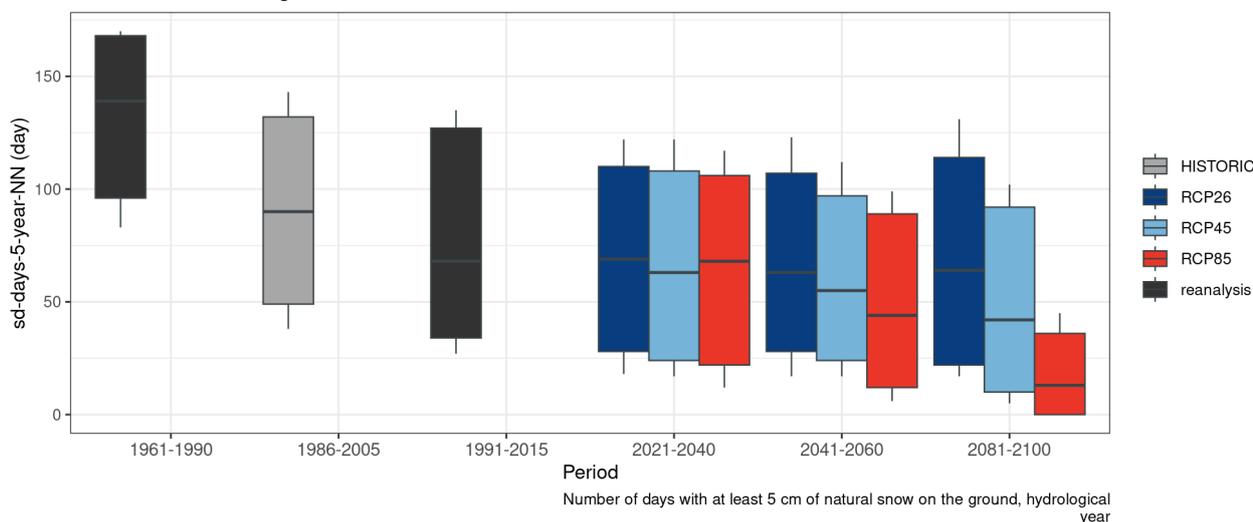


Figure 141: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

La baisse du nombre de jours avec un enneigement naturel > 5 cm est visible sur la figure ci-dessus. Notons également avec cette figure la baisse de la durée des saisons longuement enneigées (borne supérieure boîte à moustaches en baisse par rapport l'historique).

A 900 m, sur la période 1986-2005, la valeur médiane (une année sur 2 en fréquence) est de 90 jours, 38 jours pour le minimum et 143 jours pour le maximum.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Historique | 90 [38 ; 143] | | | |
| RCP2.6 | | 69 [18;122] | 63 [17;123] | 64 [17;131] |
| RCP4.5 | | 63 [17;122] | 55 [17;112] | 42 [5;102] |
| RCP8.5 | | 68 [12;106] | 44 [6;99] | 13 [0;45] |

Figure 142: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|-------------------------|
| RCP2.6 | -21 jours (-23%) | -27 jours (-30%) | -26 jours (-29%) |
| RCP4.5 | -27 jours (-30%) | -35 jours (-39%) | -48 jours (-53%) |
| RCP8.5 | -22 jours (-24%) | -46 jours (-51%) | -77 jours (-86%) |

Figure 143: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire des Hautes-Vosges à 900 m

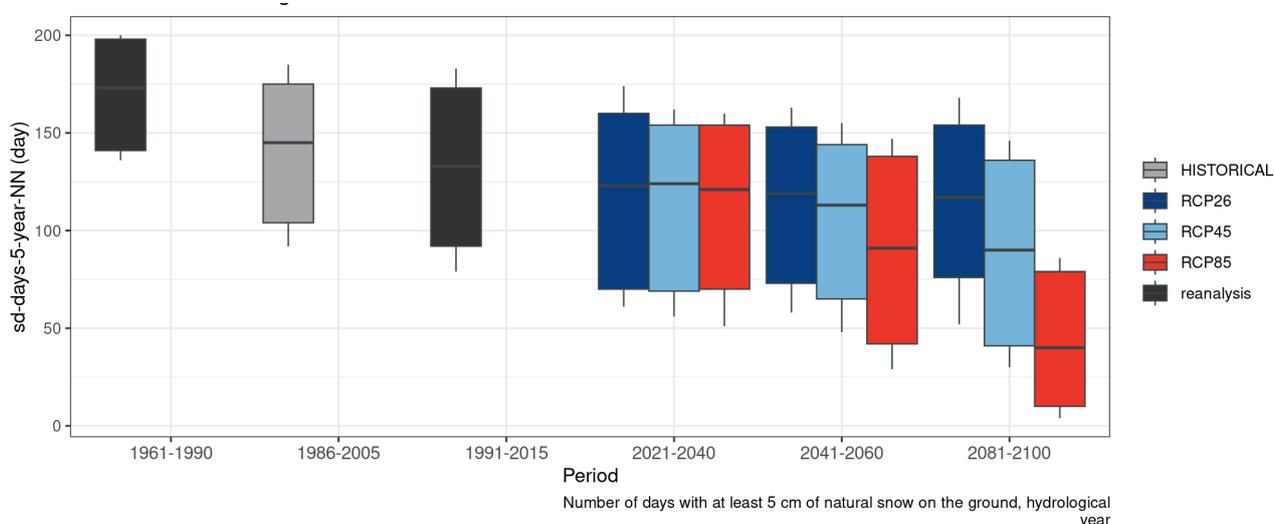


Figure 144: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

A 1200 m, sur la période 1986-2005, la valeur médiane (une année sur 2 en fréquence) est de **145** jours [92;185].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Historique | 145 [92;185]. | | | |
| RCP2.6 | | 123 [61;174] | 119 [58;163] | 117 [52;168] |
| RCP4.5 | | 124 [56;162] | 113 [48;155] | 90 [30;146] |
| RCP8.5 | | 121 [51;160] | 91 [29;147] | 40 [4;86] |

Figure 145: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -22 jours (-15%) | -26 jours (-18%) | -28 jours (-19%) |
| RCP4.5 | -21 jours (-14%) | -32 jours (-22%) | -55 jours (-38%) |
| RCP8.5 | -24 jours (-17%) | -54 jours (-37%) | -105 jours (-72%) |

Figure 146: médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

À un horizon proche et avec tous les scénarios, la baisse est d'environ une **vingtaine** de jours pour ces 2 altitudes (baisse entre 25 et 30 % à 900 m, -15 % à 1200 m). À un horizon moyen à 900 m, on constate une diminution de moitié des jours d'enneigement avec le scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre (réduction d'un tiers à 1200 m). En fin de siècle à 900 m, la diminution du nombre de jours d'enneigement est de **moitié** avec le scénario d'émissions modérées (réduction d'un tiers à 1200 m). A 900 m à l'horizon lointain, il subsiste seulement **13 jours** d'enneigement avec le RCP8.5 contre 90 jours sur la période 1986-2005 (40 jours à 1200 m contre 145 jours). Avec ce scénario et cette échéance, la durée maximale de la saison d'enneigement est équivalente à la durée minimale sur la période historique.

3.7.2 Altitudes élevées

Hautes-Vosges

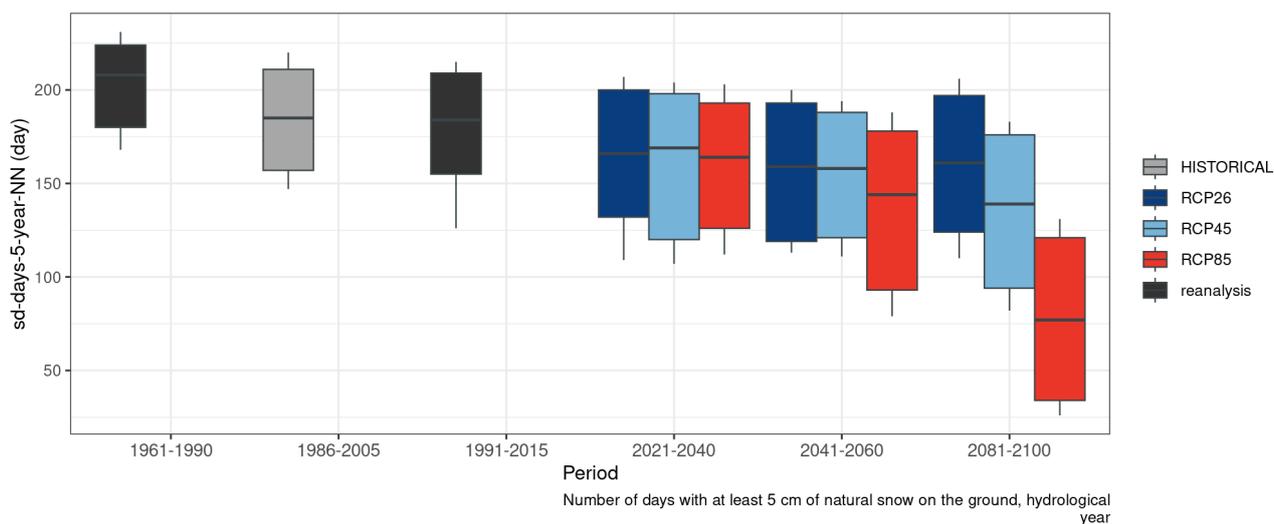


Figure 147: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Le nombre de jours moyens sur la période historique est de **185 jours** [147;220] soit un peu plus de **6 mois**.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| Historique | 185 [147 ; 220] | | | |
| RCP2.6 | | 166 [109;207] | 159 [113;200] | 161 [110,206] |
| RCP4.5 | | 169 107 ;204] | 158 [111 ;194] | 139 [82;183] |
| RCP8.5 | | 164 [112 ;203] | 144 [79;188] | 77 [26;131] |

Figure 148: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------|------------------|--------------------------|
| RCP2.6 | -19 jours (-10%) | -26 jours (-14%) | -24 jours (-13%) |
| RCP4.5 | -16 jours (-9%) | -27 jours (-15%) | -46 jours (-25%) |
| RCP8.5 | -21 jours (-11%) | -41 jours (-22%) | -108 jours (-58%) |

Figure 149: Médiane de la baisse du nombre de jours dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Dans un futur proche (2021-2040), la baisse pourrait d'être d'une vingtaine de jours (environ 10 %). Pour l'horizon moyen, la baisse est comprise entre -26 jours (RCP2.6) et -41 jours (RCP8.5) par rapport à la période historique. A l'horizon de la fin de siècle, la diminution est estimée à -46 jours, soit -25 % en nombre de jours pour le RCP4.5, et s'élève à -108 jours, soit -58 % pour le RCP8.5.

3.7 Nombre de jours par an avec enneigement naturel > 5 cm

3.7.3 Conclusion partielle

L'enneigement naturel supérieur à 5 cm va **baisser** durant le siècle. A 900 m, la baisse serait de -20 à -30 % à un horizon proche (-15 % à 1200 m). En fin de siècle et avec le scénario RCP8.5, la durée d'enneigement pourrait diminuer de **deux-tiers**. Notons qu'à cette échéance et avec ce scénario, les saisons sans une hauteur de neige supérieur à 5 cm sont possibles à 900 m (borne inférieure égale à 0).

A 1500 m, le constat est sensiblement le même avec une baisse d'environ 10 % à l'horizon 2021-2040. En fin de siècle et avec le scénario de fortes émissions, le nombre de jours pourrait **être divisé par 2**.

On note une érosion plus rapide de l'enneigement à moyennes altitudes qu'à altitudes élevées.

| territoire | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|-------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | -53 % | -38 % | -25 % |
| Ballon-Alsace | -54 % | -38 % | x |
| Schirmeck | -54 % | -43 % | x |

Figure 150: médiane des changements du nombre de jours (par territoire et altitude) dont l'épaisseur de neige est supérieure à 5 cm par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Cet indicateur n'est pertinent qu'à partir de **900 m**, ; en deçà de cette altitude, les valeurs moyennes d'enneigement sont trop faibles pour être analysées.

3.8.1 Début de saison

Le début de la saison sera globalement **plus tardif**. Avec le RCP2.6, cette date se stabilise. Avec les 2 autres RCP, la date de début de saison se retarde jusqu'à la fin du siècle.

Les débuts et fin de saison d'enneigement sont calculés sur une année hydrologique, c'est à dire du 01/08 de l'année N au 31/07 de l'année N+1, et sont restitués en jour julien (écart en nombre de jours par rapport au 01/08 de l'année N). Par exemple, un indice égal à 32 correspond au 1er septembre de l'année N.

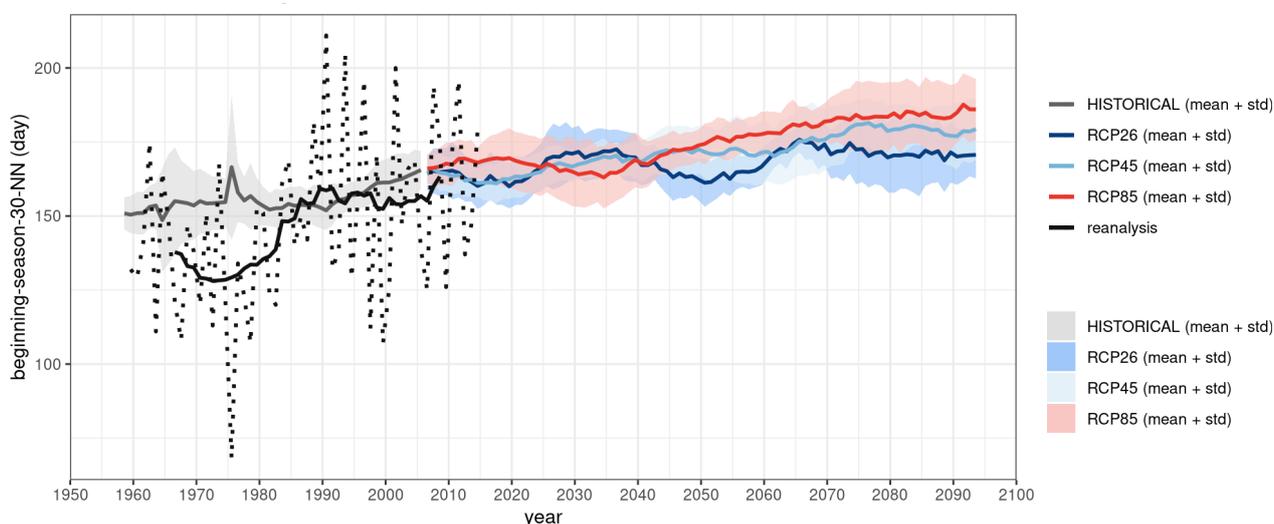


Figure 151: évolution temporelle de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200m

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

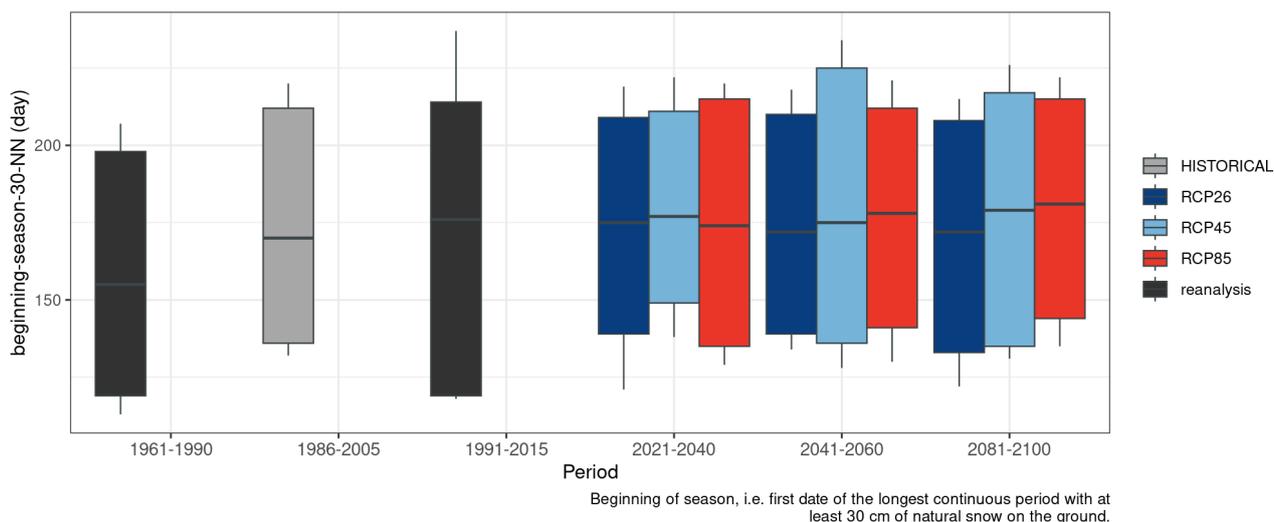


Figure 152: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 900 m

A 900 m d'altitude, la saison, avec un seuil de 30 cm, débute en moyenne **le 17 janvier** de l'année N+1, le **10 décembre** de l'année N pour les bonnes années et le **8 mars** de l'année N+1 pour les années les moins fastes. Il y a une grande variabilité inter-annuelle (grande longueur de la boîte à moustaches), **3 mois** d'écart entre la date la plus précoce et la plus tardive.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---|--|---|--|
| Historique | 17 janvier [10 décembre ; 8 mars] | | | |
| RCP2.6 | | 22 janvier [29 novembre ; 7 mars] | 19 janvier [12 décembre;6 mars] | 19 janvier [30 novembre ; 3 mars] |
| RCP4.5 | | 24 janvier [16 décembre ; 10 mars] | 22 janvier [6 décembre ; 22 mars] | 26 janvier [9 décembre ; 14 mars] |
| RCP8.5 | | 21 janvier [7 décembre ; 8 mars] | 25 janvier [8 décembre ; 9 mars] | 28 janvier [13 décembre ; 10 mars] |

Figure 153: Valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +5 jours | +2 jours | +2 jours |
| RCP4.5 | +7 jours | +5 jours | +9 jours |
| RCP8.5 | +4 jours | +8 jours | +11 jours |

Figure 154: Médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon Alsace à 900 m

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

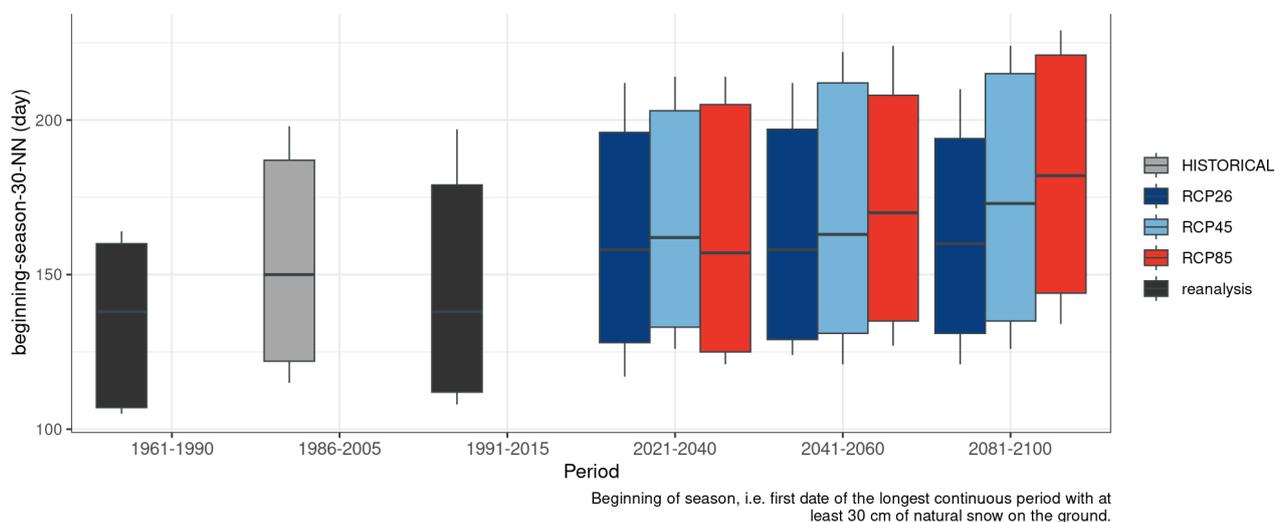


Figure 155: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon Alsace à 1200 m

A 1200 m, la valeur médiane de début de la saison est égale au **28 décembre**, le **23 novembre** pour les plus précoces et le **14 février** de l'année N+1 pour les plus tardives.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Historique | 28 décembre [23 novembre ; 14 février] | | | |
| RCP2.6 | | 5 janvier [25 novembre ; 28 février] | 5 janvier [2 décembre ; 28 février] | 7 janvier [29 novembre ; 26 février] |
| RCP4.5 | | 9 janvier [4 décembre ; 2 mars] | 10 janvier [29 novembre ; 10 mars] | 20 janvier [4 décembre ; 12 mars] |
| RCP8.5 | | 4 janvier [29 novembre ; 2 mars] | 17 janvier [5 décembre ; 12 mars] | 29 janvier [12 décembre ; 17 mars] |

Figure 156: Valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Ballon Alsace à 1200 m

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +8 jours | +8 jours | +10 jours |
| RCP4.5 | +12 jours | +13 jours | +23 jours |
| RCP8.5 | +7 jours | +20 jours | +32 jours |

Figure 157: Médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 territoire de Ballon Alsace à 1200 m

La figure en boîtes à moustaches montre que ce paramètre varie beaucoup d'une année sur l'autre et d'un modèle à l'autre (larges écarts entre Q5 et Q95).

La tendance est à un **léger retard** qui est stabilisé avec le RCP2.6. Avec les 2 autres scénarios, ce retard s'accroît au fil du siècle pour atteindre à 900 m une **dizaine de jours** à l'horizon lointain (2081-2100), plus **d'un mois** à 1200 m.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Schirmeck

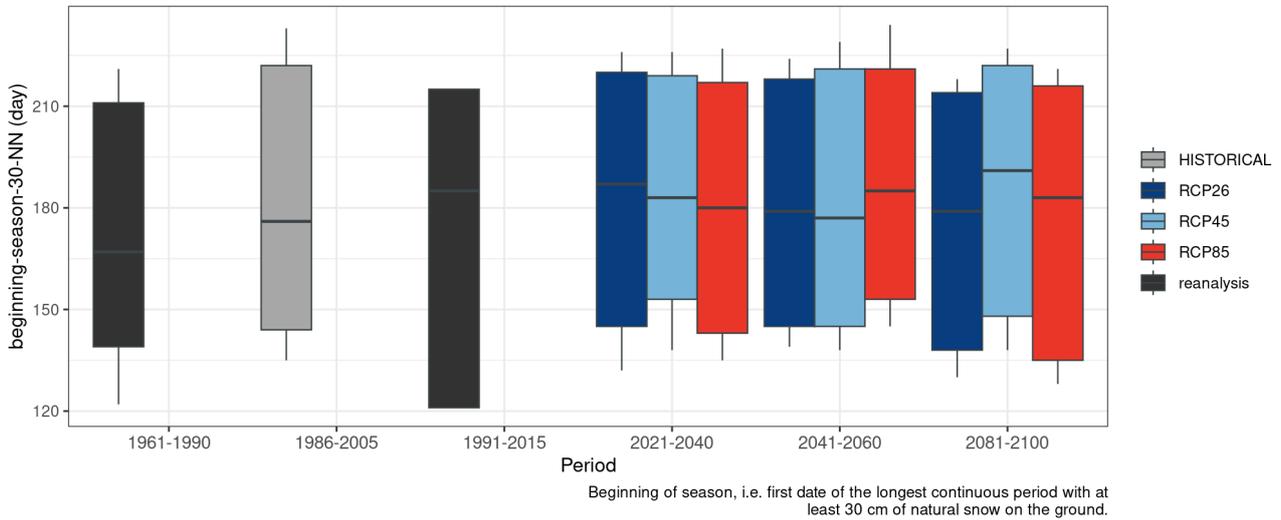


Figure 158: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

A 900 m, la saison avec 30 cm de neige naturelle au sol débute en moyenne le **23 janvier** de l'année N+1, le **13 décembre** pour les saisons les plus précoces et le **21 mars** pour les plus tardives. Notons la grande variabilité inter-annuelle (longueur boîtes à moustaches).

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|
| Historique | 23 janvier [13 décembre ; 21 mars] | | | |
| RCP2.6 | | 3 février [10 décembre ; 14 mars] | 26 janvier [17 décembre; 12 mars] | 26 janvier [8 décembre ; 6 mars] |
| RCP4.5 | | 30 janvier [16 décembre ; 14 mars] | 24 janvier [16 décembre ; 17 mars] | 7 février [16 décembre ; 15 mars] |
| RCP8.5 | | 27 janvier [13 décembre ; 15 mars] | 1 ^{er} février [23 décembre ; 22 mars] | 30 janvier [6 décembre ; 9 mars] |

Figure 159: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +11 jours | +3 jours | +3 jours |
| RCP4.5 | +7 jours | +1 jours | +15 jours |
| RCP8.5 | +4 jours | +9 jours | +7 jours |

Figure 160: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Schirmeck à 900 m

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

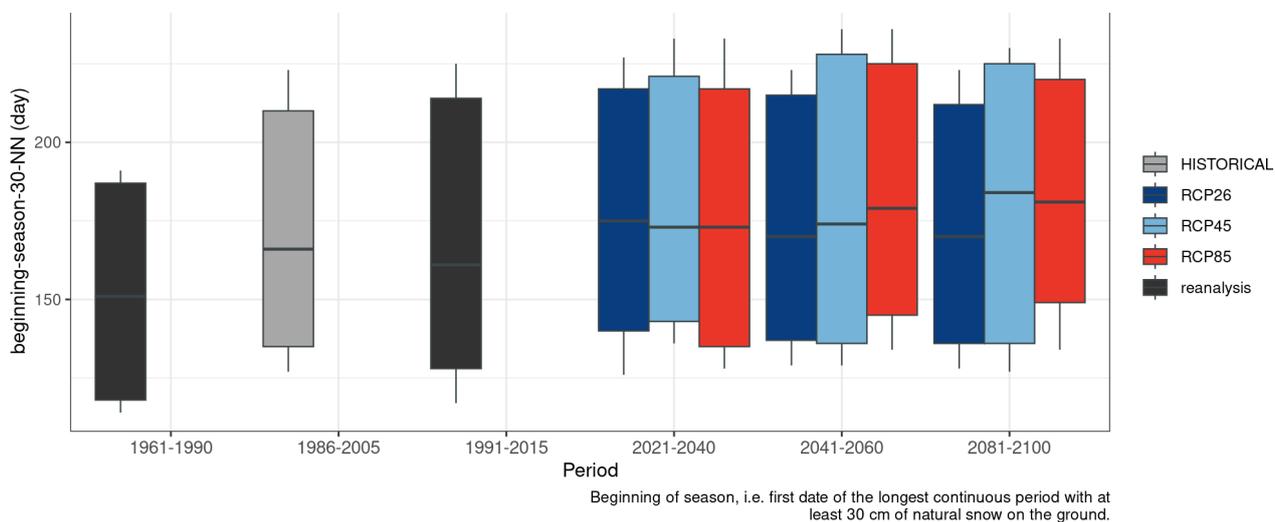


Figure 161: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m, selon la médiane de l'ensemble ADAMONT-2020, la saison commence le **13 janvier** avec un intervalle de confiance entre le 5 décembre et le 11 mars.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---|--|--|--|
| Historique | 13 janvier [5 décembre ; 11 mars] | | | |
| RCP2.6 | | 22 janvier [4 décembre ; 15 mars] | 17 janvier [7 décembre ; 11 mars] | 17 janvier [6 décembre ; 11 mars] |
| RCP4.5 | | 20 janvier [14 décembre ; 21 mars] | 21 janvier [7 décembre ; 24 mars] | 31 janvier [5 décembre ; 18 mars] |
| RCP8.5 | | 20 janvier [6 décembre ; 21 mars] | 26 janvier [12 décembre ; 24 mars] | 28 janvier [12 décembre ; 21 mars] |

Figure 162: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|-----------------|
| RCP2.6 | 9 jours | 4 jours | 4 jours |
| RCP4.5 | 7 jours | 8 jours | 18 jours |
| RCP8.5 | 7 jours | 13 jours | 15 jours |

Figure 163: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Schirmeck à 1200 m

La tendance est à un **léger retard** avec tous les scénarios. En fin de siècle, avec le RCP8.5, le retard pourrait atteindre **2 semaines**.

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Hautes-Vosges

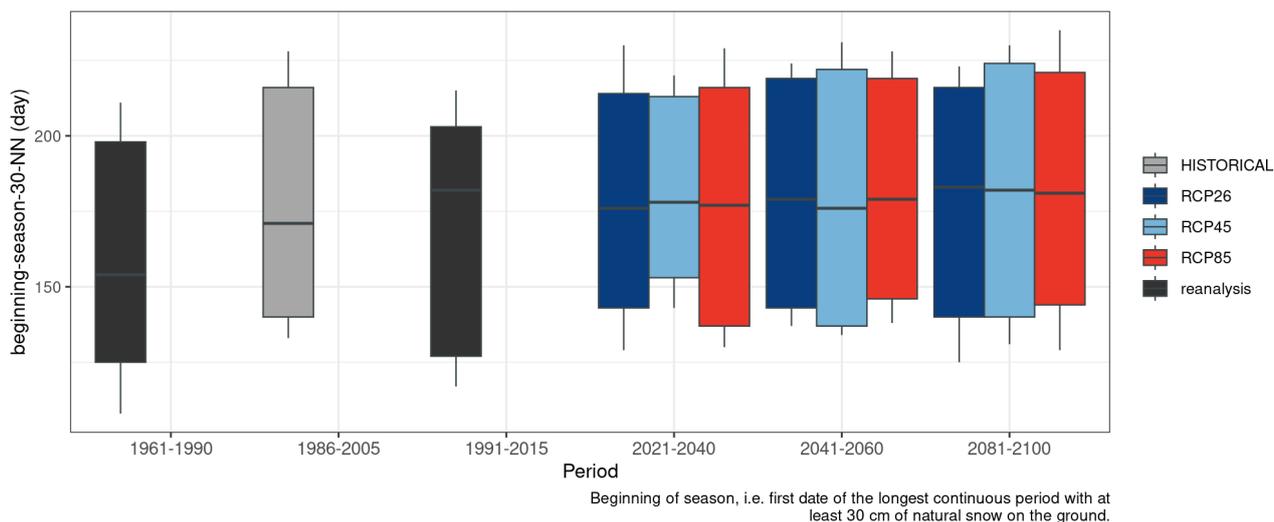


Figure 164: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

A 900 m en moyenne, la saison avec un enneigement naturel > 30 cm débute le **18 janvier**, le 7 décembre pour les meilleures saisons et le 23 mars pour les moins fastes. On note une grande variabilité inter-annuelle avec plus de 3 mois d'écart entre la date la plus précoce et la plus tardive.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|---|--|---|
| Historique | 18 janvier [7 décembre, 23 mars] | | | |
| RCP2.6 | | 23 janvier [7 décembre ; 18 mars] | 26 janvier [15 décembre;12 mars] | 30 janvier [3 décembre ; 11 mars] |
| RCP4.5 | | 25 janvier [21 décembre ; 8 mars] | 23 janvier [12 décembre ; 19 mars] | 29 janvier [9 décembre ; 18 mars] |
| RCP8.5 | | 24 janvier [8 décembre ; 17 mars] | 26 janvier [16 décembre ; 16 mars] | 28 janvier [7 décembre ; 23 mars] |

Figure 165: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +5 jours | +8 jours | +12 jours |
| RCP4.5 | +7 jours | +5 jours | +11 jours |
| RCP8.5 | +6 jours | +8 jours | +10 jours |

Figure 166: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

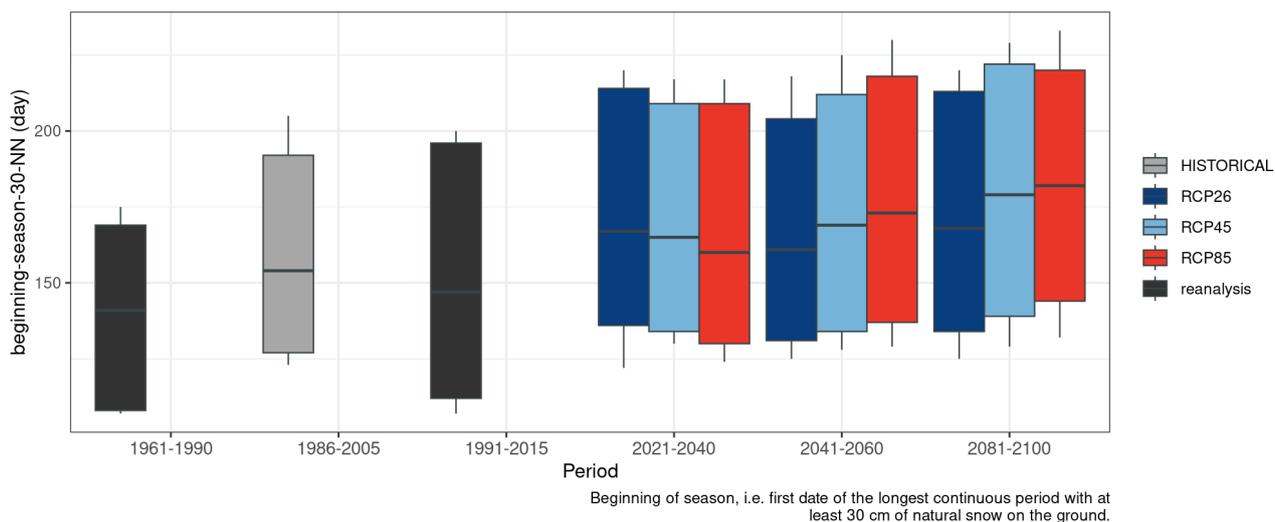


Figure 167: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

A 1200 m, la saison médiane (1 année sur 2) débute le **1^{er} janvier** de l'année N+1, le 1^{er} décembre pour les plus précoces et le 21 février pour les plus tardives.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|---|---|--|
| Historique | 1 ^{er} janvier [1 ^{er} décembre, 21 février] | | | |
| RCP2.6 | | 14 janvier [30 novembre ; 8 mars] | 8 janvier [3 décembre; 6 mars] | 15 janvier [3 décembre ; 8 mars] |
| RCP4.5 | | 12 janvier [8 décembre ; 5 mars] | 16 janvier [6 décembre ; 13 mars] | 26 janvier [7 décembre ; 17 mars] |
| RCP8.5 | | 7 janvier [2 décembre ; 5 mars] | 20 janvier [7 décembre ; 18 mars] | 29 janvier [10 décembre ; 21 mars] |

Figure 168: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique-territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|-----------------|
| RCP2.6 | 13 jours | 7 jours | 14 jours |
| RCP4.5 | 11 jours | 15 jours | 25 jours |
| RCP8.5 | 6 jours | 19 jours | 28 jours |

Figure 169: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Quel que soit le scénario au cours du 21^{ème} siècle, à 900 m un léger retard apparaît d'environ **1 semaine** dès l'horizon proche (une dizaine de jours à 1200 m). A l'horizon 2081-2100, le retard serait d'environ une **dizaine de jours** à 900 m et pouvant aller jusqu'à presque **1 mois** à 1200 m avec le RCP8.5.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

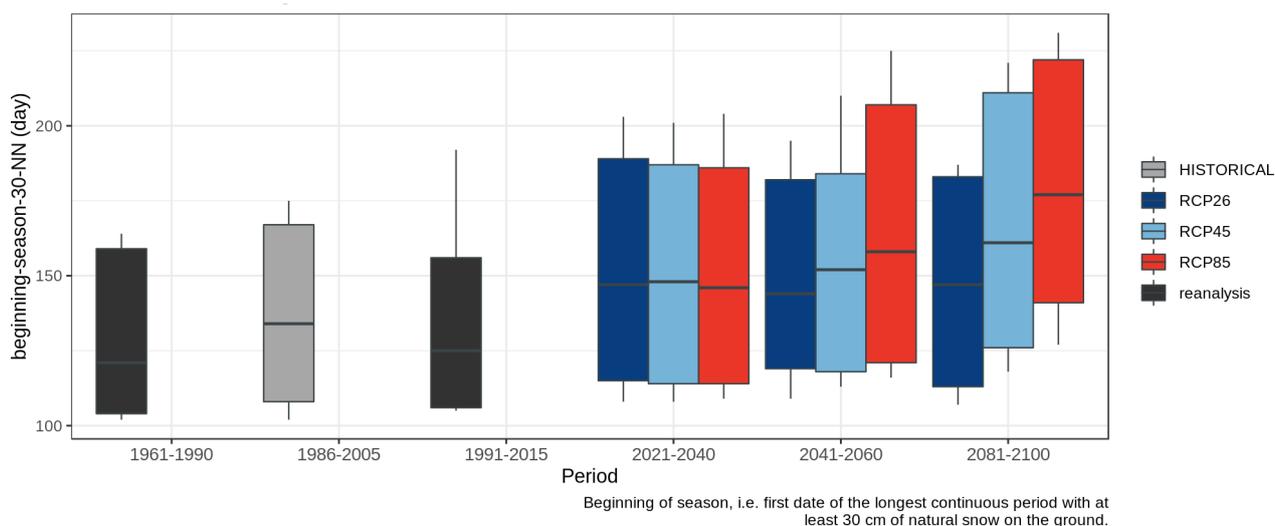


Figure 170: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

En moyenne sur la période 1986-2005, la saison d'enneigement avec au moins 30 cm de neige naturelle débute **le 12 décembre** de l'année N, avec, selon la variabilité inter-annuelle, un début le **10 novembre** ou le **22 janvier** de l'année N+1.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---|--|--|---|
| Historique | 12 décembre [10 novembre; 22 janvier] | | | |
| RCP2.6 | | 25 décembre [16 novembre;19 février] | 22 décembre [17 novembre;11 février] | 25 décembre [15 novembre ; 3 février] |
| RCP4.5 | | 26 décembre [16 novembre;17 février] | 30 décembre [21 novembre;26 février] | 8 janvier [26 novembre;9 mars] |
| RCP8.5 | | 24 décembre [17 novembre;20 février] | 5 janvier [24 novembre;13 mars] | 24 janvier [5 décembre;19 mars] |

Figure 171: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique, territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +13 jours | +10 jours | +13 jours |
| RCP4.5 | +14 jours | +18 jours | +27 jours |
| RCP8.5 | +12 jours | +24 jours | +43 jours |

Figure 172: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - Hautes-Vosges à 1500 m

Il y aura toujours une grande variabilité inter-annuelle suivant les bonnes ou moins bonnes saisons. Elle va s'accroître surtout avec le RCP8.5 dès l'horizon moyen (2041-2060).

La tendance est à **un retard** qui se stabilise avec le RCP2.6 à une **douzaine de jours**. On note une accentuation de cet écart avec les 2 scénarios les plus pessimistes et surtout à l'horizon lointain (2081-2100), on pourrait perdre en début de saison **de un à un mois et demi** d'enneigement.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

3.8.2 Fin de saison

La date de fin de saison devient plus **précoce** durant le siècle. La dynamique n'est pas la même suivant les scénarios, cette date est de plus en plus précoce puis :

- RCP2.6 : stabilisation en milieu de siècle
- RCP4.5 : une stabilisation apparaît en deuxième partie de siècle
- RCP8.5 : stabilisation en fin de siècle

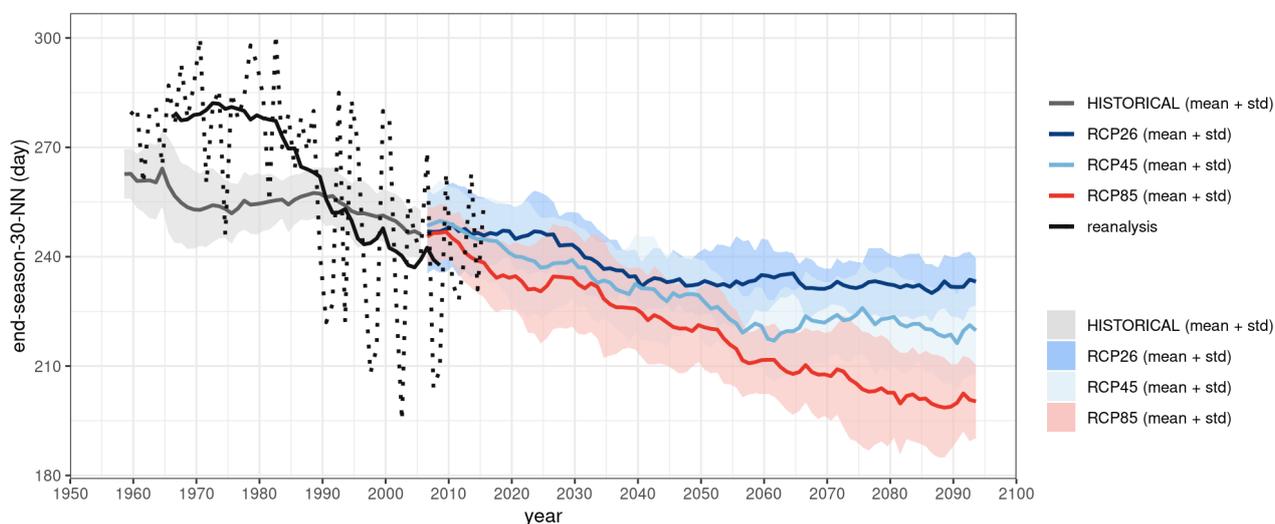


Figure 173: évolution temporelle de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

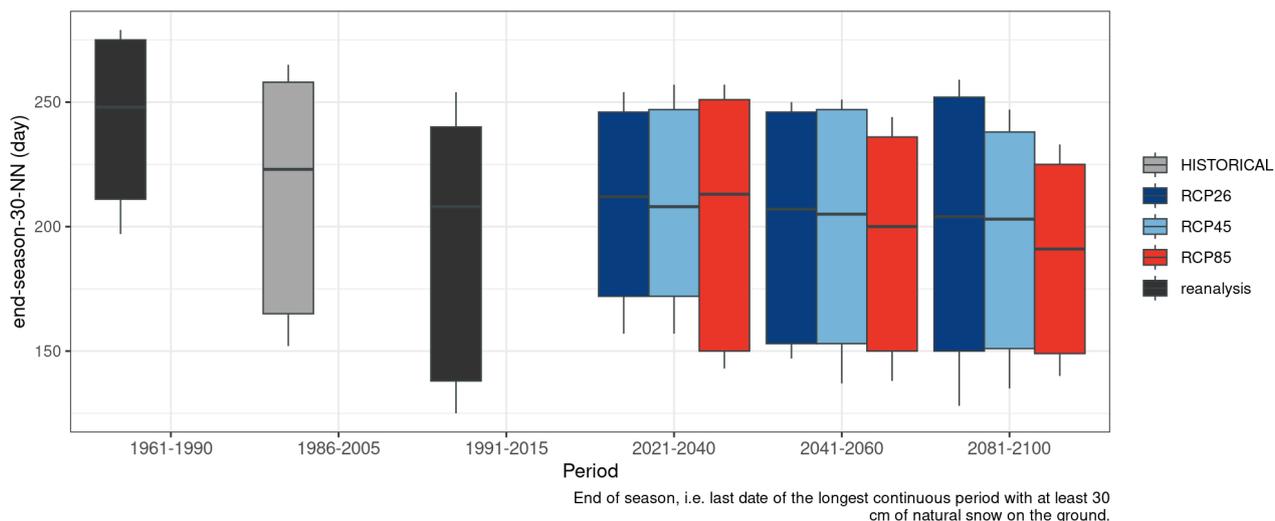


Figure 174: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m

A 900 m sur la période 1986-2005, la saison se termine en moyenne le **11 mars**, le **30 décembre** pour la saison la moins bonne et le **22 avril** pour la saison la plus longue.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | Historique | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|---|--|--|
| Historique | 11 mars [30 décembre ; 22 avril] | | | |
| RCP2.6 | | 28 février [4 janvier ; 11 avril] | 23 février [25 décembre; 7 avril] | 20 février [6 décembre ; 16 avril] |
| RCP4.5 | | 24 février [4 janvier ; 14 avril] | 21 février [15 décembre ; 8 avril] | 19 février [13 décembre ; 4 avril] |
| RCP8.5 | | 1 ^{er} mars [21 décembre ; 14 avril] | 16 février [16 décembre ; 1 ^{er} avril] | 7 février [18 décembre ; 21 mars] |

Figure 175: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -11 jours | -16 jours | -19 jours |
| RCP4.5 | -15 jours | -18 jours | -20 jours |
| RCP8.5 | -10 jours | -23 jours | -32 jours |

Figure 176: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon-Alsace à 900 m

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

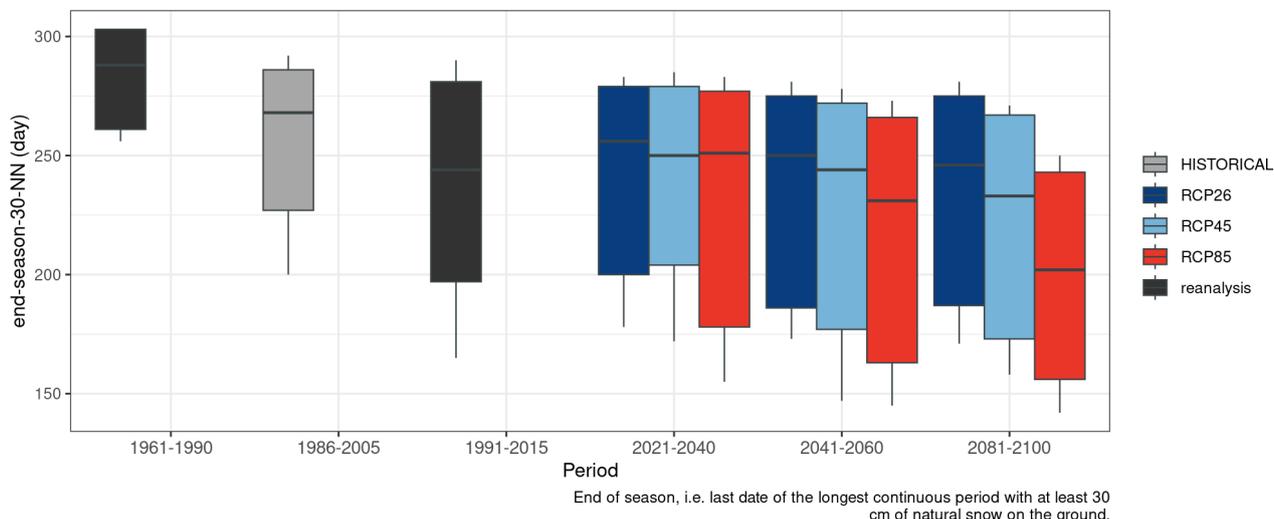


Figure 177: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

A 1200 m, la date médiane de la fin de saison est le **25 avril** [16 février ; 19 mai].

| Expérience | Historique | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|
| Historique | 25 avril [16 février ; 19 mai] | | | |
| RCP2.6 | | 13 avril [25 janvier ; 10 mai] | 7 avril [20 janvier; 8 mai] | 3 avril [18 janvier ; 8 mai] |
| RCP4.5 | | 7 avril [19 janvier ; 12 mai] | 1 ^{er} avril [25 décembre ; 5 mai] | 21 mars [5 janvier ; 28 avril] |
| RCP8.5 | | 8 avril [2 janvier ; 10 mai] | 19 mars [23 décembre ; 30 avril] | 18 février [20 décembre ; 7 avril] |

Figure 178: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -12 jours | -18 jours | -22 jours |
| RCP4.5 | -18 jours | -24 jours | -35 jours |
| RCP8.5 | -17 jours | -37 jours | -66 jours |

Figure 179: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

Il y a toujours une grande variabilité entre les années (longueur boîte à moustaches), à 900 m celle-ci se réduit avec le RCP8.5 et à l'horizon lointain.

La tendance est à l'avancement de cette date d'une **quinzaine à une vingtaine** de jours à 900 m sur la période 2041-2060 (de 20 à 40 jours à 1200 m). A l'horizon lointain et avec le RCP8.5, l'avance pourrait être **d'un mois** à 900 m et de plus de **2 mois** à 1200 m.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Schirmeck

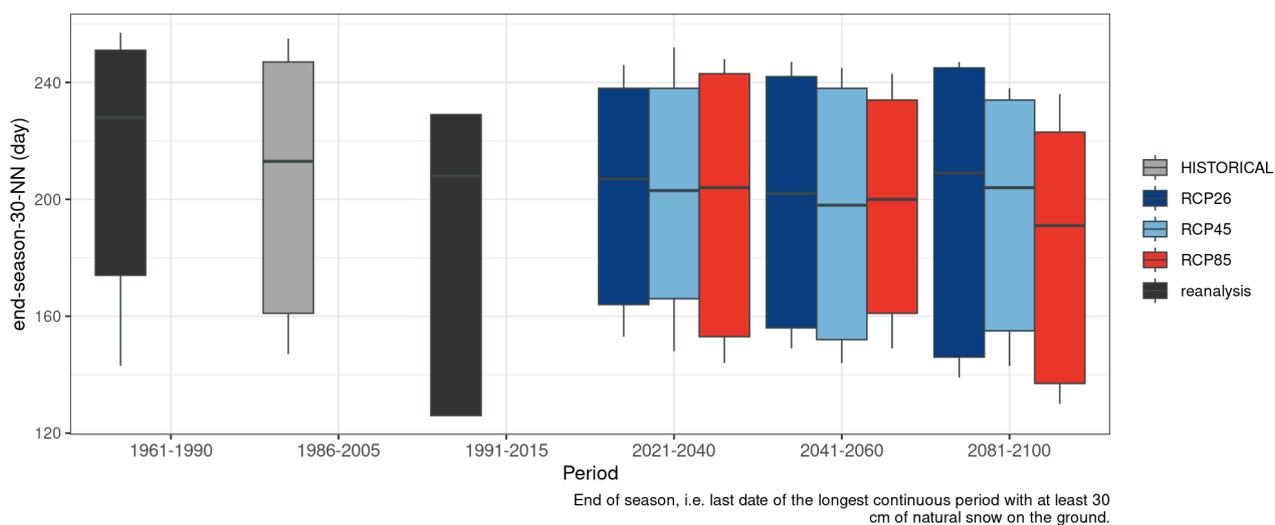


Figure 180: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

En moyenne sur la période historique, la saison se termine le **1^{er} mars** de l'année N+1, le 25 décembre de l'année N pour les plus courtes et le 12 avril de l'année N+1 pour les plus longues.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---|--|--|--|
| Historique | 1 ^{er} mars [25 décembre ; 12 avril] | | | |
| RCP2.6 | | 23 février [31 décembre ; 3 avril] | 18 février [27 décembre; 4 avril] | 25 février [17 décembre ; 4 avril] |
| RCP4.5 | | 19 février [26 décembre ; 9 avril] | 14 février [22 décembre ; 2 avril] | 20 février [21 décembre ; 26 mars] |
| RCP8.5 | | 20 février [22 décembre; 5 avril] | 16 février [27 décembre ; 31 mars] | 7 février [8 décembre; 24 mars] |

Figure 181: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -6 jours | -11 jours | -4 jours |
| RCP4.5 | -10 jours | -15 jours | -9 jours |
| RCP8.5 | -9 jours | -13 jours | -22 jours |

Figure 182: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 900 m

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

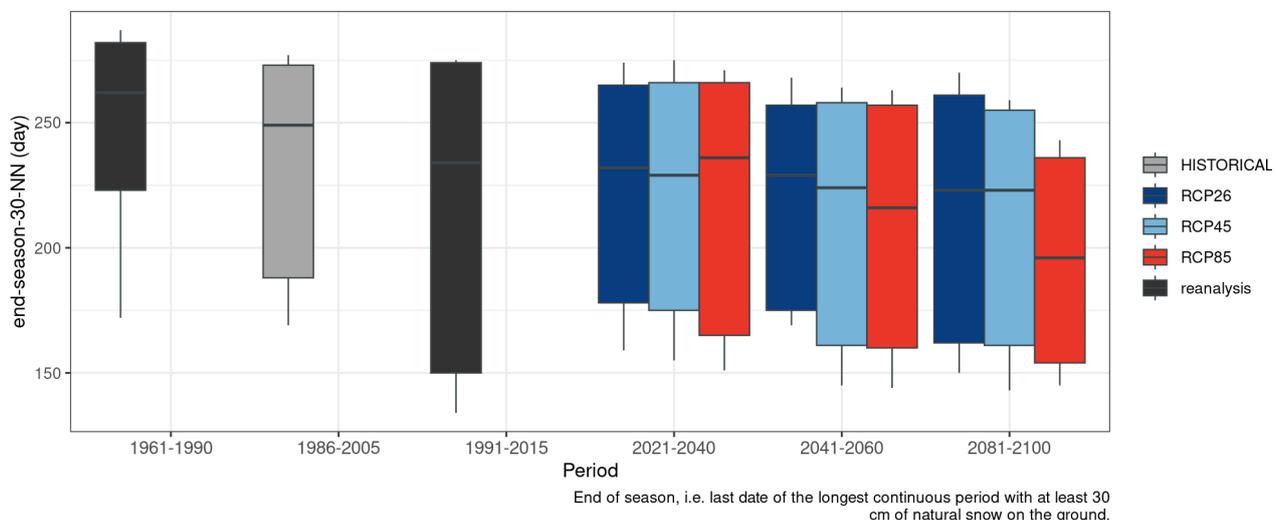


Figure 183: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m sur la période historique, la date médiane de fin de saison est le **6 avril** [16 janvier ; 4 mai].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Historique | 6 avril [16 janvier ; 4 mai] | | | |
| RCP2.6 | | 20 mars [6 janvier ; 1 ^{er} mai] | 17 mars [16 janvier; 25 avril] | 11 mars [28 décembre ; 27 avril] |
| RCP4.5 | | 17 mars [2 janvier ; 2 mai] | 12 mars [23 décembre ; 21 avril] | 11 mars [21 décembre ; 16 avril] |
| RCP8.5 | | 24 mars [29 décembre; 28 avril] | 4 mars [22 décembre ; 20 avril] | 12 février [23 décembre; 31 mars] |

Figure 184: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Schirmeck à 1200 m

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -17 jours | -20 jours | -26 jours |
| RCP4.5 | -20 jours | -25 jours | -26 jours |
| RCP8.5 | -13 jours | -33 jours | -53 jours |

Figure 185: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 -territoire de Schirmeck à 1200 m

Quelque soit l'horizon, l'avance est visible sur tous les scénarios, celle-ci est de l'ordre d'une dizaine de jours à 900 m (vingtaine de jours à 1200 m) à l'horizon proche. A l'horizon lointain et avec le scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre, la saison pourrait se terminer environ une **vingtaine de jours** plus tôt à 900 m (plus d'**un mois et demi** plus tôt à 1200 m).

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Hautes-Vosges

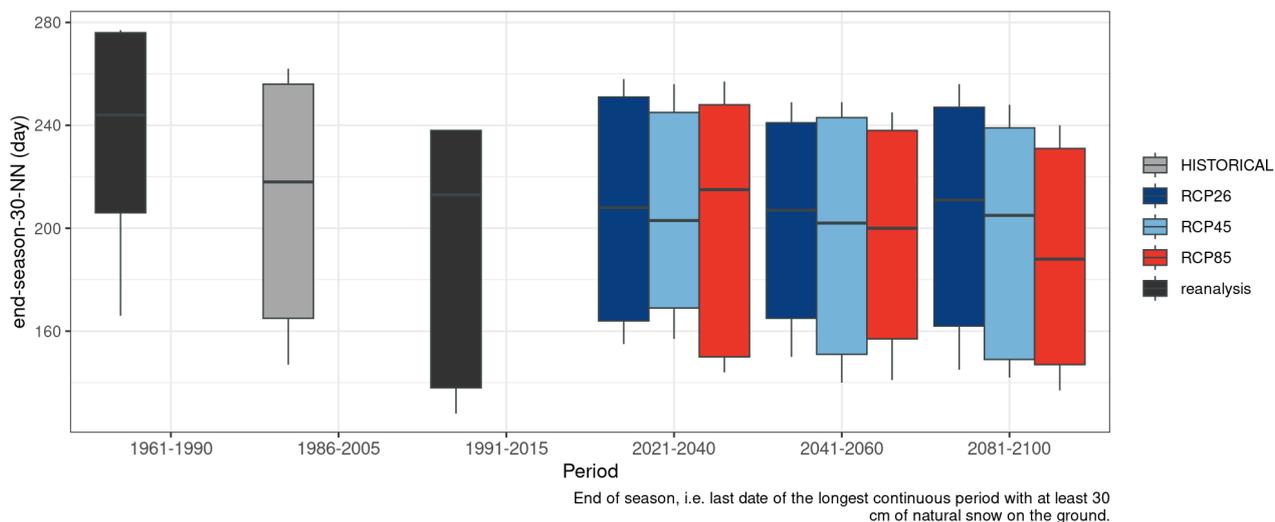


Figure 186: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Sur la période 1986-2005, la saison finit souvent le **6 mars**, le 25 décembre pour les plus courtes et le 19 avril pour les plus longues.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------------------|---|--|---|
| Historique | 6 mars [25 décembre ; 19 avril] | | | |
| RCP2.6 | | 24 février [2 janvier ; 15 avril] | 23 février [28 décembre; 6 avril] | 27 février [23 décembre ; 13 avril] |
| RCP4.5 | | 19 février [4 janvier ; 13 avril] | 18 février [18 décembre ; 6 avril] | 21 février [20 décembre ; 5 avril] |
| RCP8.5 | | 3 mars [22 décembre; 14 avril] | 16 février [19 décembre ; 2 avril] | 4 février [15 décembre; 28 mars] |

Figure 187: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -10 jours | -11 jours | -7 jours |
| RCP4.5 | -15 jours | -16 jours | -13 jours |
| RCP8.5 | -3 jours | -18 jours | -30 jours |

Figure 188: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 900 m

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

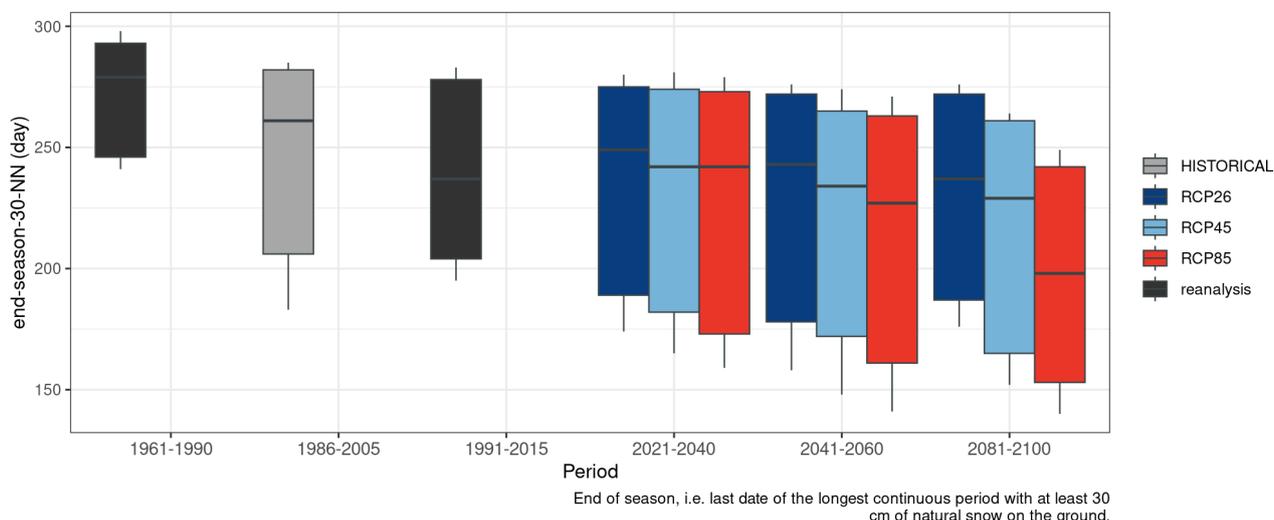


Figure 189: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

A 1200 m sur la période historique, la saison médiane se termine le **18 avril** [30 janvier; 12 mai].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|
| Historique | 18 avril [30 janvier ; 12 mai] | | | |
| RCP2.6 | | 6 avril [21 janvier ; 7 mai] | 31 mars [5 janvier; 3 mai] | 25 mars [23 janvier ; 3 mai] |
| RCP4.5 | | 30 mars [12 janvier ; 8 mai] | 22 mars [26 décembre ; 1 ^{er} mai] | 17 mars [30 décembre ; 21 avril] |
| RCP8.5 | | 30 mars [6 janvier; 6 mai] | 15 mars [19 décembre ; 28 avril] | 14 février [18 décembre; 6 avril] |

Figure 190: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -12 jours | -18 jours | -24 jours |
| RCP4.5 | -19 jours | -27 jours | -32 jours |
| RCP8.5 | -19 jours | -34 jours | -63 jours |

Figure 191: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005

Au cours du siècle, la saison avec au moins 30 cm de neige naturelle va se terminer plus tôt. A l'horizon moyen, nous allons perdre entre **10 et 15 jours** en fin de saison à 900 m (entre 20 et 30 jours à 1200 m) suivant les différents scénarios. A l'horizon lointain et avec le scénario RCP8.5, la saison pourrait se terminer **1 mois** plus tôt à 900 m et **2 mois** plus tôt à 1200 m.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

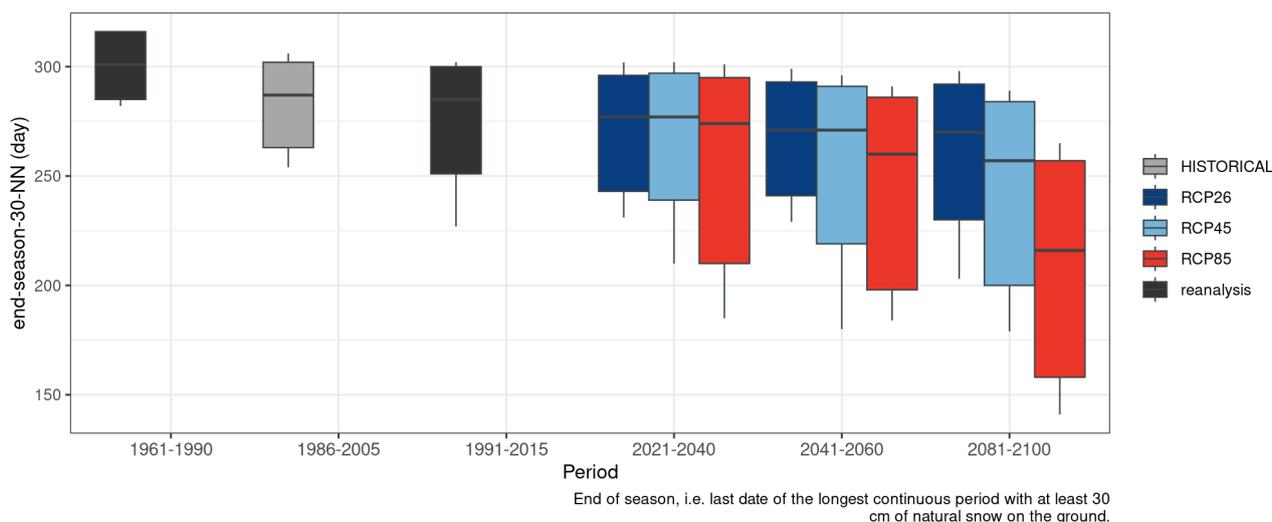


Figure 192: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Sur la période 1986-2005 à 900 m, la saison se termine en moyenne le **14 mai**, le **11 avril** pour la saison la moins bonne et le **2 juin** pour la saison la plus enneigée.

On remarque que l'incertitude due à la modélisation est importante notamment avec le RCP8.5 (longueur de la boîte à moustaches). Par rapport à la période historique, on remarque que les boîtes à moustaches s'allongent vers le bas (les « mauvaises » saisons se terminent de plus en plus tôt). En fin de siècle et avec le RCP8.5, la borne inférieure (Q5) sur la période historique est pratiquement égale à la borne supérieure (Q95) à l'horizon 2081-2100 avec le scénario le plus pessimiste. Une « mauvaise » saison sur la période 1986-2005 devient une « bonne » saison à l'horizon 2081-2100 avec le RCP8.5.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------------|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| Historique | 14 mai [11 avril ; 2 juin] | | | |
| RCP2.6 | | 4 mai [19 mars ; 29 mai] | 28 avril [17 mars; 26 mai] | 27 avril [19 février ; 25 mai] |
| RCP4.5 | | 4 mai [26 février ; 29 mai] | 28 avril [27 janvier ; 23 mai] | 14 avril [26 janvier ; 16 mai] |
| RCP8.5 | | 1 ^{er} mai [1 ^{er} février ; 28 mai] | 17 avril [31 janvier ; 18 mai] | 4 mars [19 décembre ; 22 avril] |

Figure 193: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -10 jours | -16 jours | -17 jours |
| RCP4.5 | -10 jours | -16 jours | -30 jours |
| RCP8.5 | -13 jours | -27 jours | -71 jours |

Figure 194: médiane de l'avance de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 30 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Avec le RCP2.6, l'avance se stabilise à une **quinzaine** de jours. Par contre avec les 2 autres scénarios, la saison pourrait être avancée en moyenne d'un **mois à 2 mois et demi** à l'horizon lointain.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

3.8.3 Durée de la saison

Dans les tableaux suivants, la durée concerne le nombre de jours avec une hauteur de neige au sol ≥ 30 cm.

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

900 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|------------|---------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 17 janvier | 11 mars | 54 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 22 janvier | 28 février | 38 jours (-16 jours) |
| 2041-2060 | 19 janvier | 23 février | 36 jours (-18 jours) |
| 2081-2100 | 19 janvier | 20 février | 33 jours (-21 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 24 janvier | 24 février | 32 jours (-22 jours) |
| 2041-2060 | 22 janvier | 21 février | 31 jours (-23 jours) |
| 2081-2100 | 26 janvier | 19 février | 25 jours (-29 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| 2021-2040 | 21 janvier | 1 ^{er} mars | 40 jours (-14 jours) |
| 2041-2060 | 25 janvier | 16 février | 23 jours (-31 jours) |
| 2081-2100 | 28 janvier | 7 février | 11 jours (-43 jours) |

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

1200 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|-------------|----------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 28 décembre | 25 avril | 119 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-----------|----------|----------------------|
| 2021-2040 | 5 janvier | 13 avril | 99 jours (-20 jours) |
| 2041-2060 | 5 janvier | 7 avril | 93 jours (-26 jours) |
| 2081-2100 | 7 janvier | 3 avril | 87 jours (-32 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|-----------------------|----------------------|
| 2021-2040 | 9 janvier | 7 avril | 89 jours (-30 jours) |
| 2041-2060 | 10 janvier | 1 ^{er} avril | 82 jours (-37 jours) |
| 2081-2100 | 20 janvier | 21 mars | 61 jours (-58 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 4 janvier | 8 avril | 95 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 17 janvier | 19 mars | 62 jours (-57 jours) |
| 2081-2100 | 29 janvier | 18 février | 21 jours (-98 jours) |

Même s'il y aura dans l'avenir encore la possibilité d'avoir de bonnes saisons celles-ci auront tendance à se raccourcir (début plus tardif et fin plus précoce). Avec le RCP2.6, cette baisse au cours du siècle est limitée entre **-15 et -20 jours** à 900 m (entre **-20 et -30 jours** à 1200 m). Avec le RCP8.5 à l'horizon lointain, la saison pourrait durer seulement **10 jours** à 900 m et **20 jours** à 1200 m.

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle



Schirmeck

900 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|------------|----------------------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 23 janvier | 1 ^{er} mars | 38 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 3 février | 23 février | 21 jours (-17 jours) |
| 2041-2060 | 26 janvier | 18 février | 24 jours (-14 jours) |
| 2081-2100 | 26 janvier | 25 février | 31 jours (-7 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 30 janvier | 19 février | 21 jours (-17 jours) |
| 2041-2060 | 24 janvier | 14 février | 22 jours (-16 jours) |
| 2081-2100 | 7 février | 20 février | 14 jours (-24 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 27 janvier | 20 février | 25 jours (-13 jours) |
| 2041-2060 | 1 ^{er} février | 16 février | 16 jours (-22 jours) |
| 2081-2100 | 30 janvier | 7 février | 9 jours (-29 jours) |

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

1200 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|------------|---------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 13 janvier | 6 avril | 84 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|---------|----------------------|
| 2021-2040 | 22 janvier | 20 mars | 58 jours (-26 jours) |
| 2041-2060 | 17 janvier | 17 mars | 60 jours (-24 jours) |
| 2081-2100 | 17 janvier | 11 mars | 54 jours (-30 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|---------|----------------------|
| 2021-2040 | 20 janvier | 17 mars | 57 jours (-27 jours) |
| 2041-2060 | 21 janvier | 12 mars | 51 jours (-33 jours) |
| 2081-2100 | 31 janvier | 11 mars | 40 jours (-44 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|-----------|----------------------|
| 2021-2040 | 20 janvier | 24 mars | 64 jours (-20 jours) |
| 2041-2060 | 26 janvier | 4 mars | 38 jours (-46 jours) |
| 2081-2100 | 30 janvier | 7 février | 16 jours (-68 jours) |

La durée de la saison va baisser au cours du 21^{ème} siècle. A un horizon proche, la baisse sera d'environ **-15 jours** à 900 m (**-20 à -25 jours** à 1200 m) quelque soit le scénario. A l'horizon lointain et avec le scénario RCP8.5, la durée de la saison pourrait être raccourcie **d'un mois** à 900 m pour devenir anecdotique (une dizaine de jours seulement) ; à 1200 m la saison durerait une quinzaine de jours contre presque 3 mois sur la période historique.

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Hautes-Vosges

900 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|------------|--------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 18 janvier | 6 mars | 48 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 23 janvier | 24 février | 33 jours (-15 jours) |
| 2041-2060 | 26 janvier | 23 février | 29 jours (-19 jours) |
| 2081-2100 | 30 janvier | 27 février | 29 jours (-19 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 25 janvier | 19 février | 26 jours (-22 jours) |
| 2041-2060 | 23 janvier | 18 février | 27 jours (-21 jours) |
| 2081-2100 | 29 janvier | 21 février | 24 jours (-24 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 24 janvier | 3 mars | 39 jours (-9 jours) |
| 2041-2060 | 26 janvier | 16 février | 22 jours (-26 jours) |
| 2081-2100 | 28 janvier | 4 février | 8 jours (-40 jours) |

3 Résultats

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

1200 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|-------------------------|----------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 1 ^{er} janvier | 18 avril | 108 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|---------|----------------------|
| 2021-2040 | 14 janvier | 6 avril | 83 jours (-25 jours) |
| 2041-2060 | 8 janvier | 31 mars | 83 jours (-25 jours) |
| 2081-2100 | 15 janvier | 25 mars | 70 jours (-38 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|---------|----------------------|
| 2021-2040 | 12 janvier | 30 mars | 78 jours (-30 jours) |
| 2041-2060 | 16 janvier | 22 mars | 66 jours (-42 jours) |
| 2081-2100 | 26 janvier | 17 mars | 51 jours (-57 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 7 janvier | 30 mars | 83 jours (-25 jours) |
| 2041-2060 | 20 janvier | 15 mars | 55 jours (-53 jours) |
| 2081-2100 | 29 janvier | 14 février | 17 jours (-91 jours) |

La saison va se raccourcir au cours du siècle à venir. A un horizon moyen, tous les scénarios s'accordent sur une baisse d'une **vingtaine** de jours à 900 m, de **-25 à -50 jours** à 1200 m. A l'horizon lointain et avec le scénario RCP8.5, nous remarquons une baisse drastique, la saison durant seulement environ **1 semaine** à 900 m et **quinze jours** à 1200 m.

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

La saison avec un enneigement naturel ≥ 30 cm va **se réduire**. A 1500 m sur la période historique elle durait, en moyenne 5 mois et commençait à la mi-décembre pour finir à la mi-mai. A l'horizon 2050, la saison commencerait fin décembre pour s'arrêter fin avril, soit 1 mois de moins.

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|-------------|--------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 12 décembre | 14 mai | 154 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 25 décembre | 4 mai | 131 jours (-23 jours) |
| 2041-2060 | 22 décembre | 28 avril | 128 jours (-26 jours) |
| 2081-2100 | 25 décembre | 27 avril | 124 jours (-30 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 26 décembre | 4 mai | 130 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 30 décembre | 28 avril | 120 jours (-34 jours) |
| 2081-2100 | 8 janvier | 14 avril | 97 jours (-57 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|---------------------|-----------------------|
| 2021-2040 | 24 décembre | 1 ^{er} mai | 129 jours (-25 jours) |
| 2041-2060 | 5 janvier | 17 avril | 103 jours (-51 jours) |
| 2081-2100 | 24 janvier | 4 mars | 40 jours (-114 jours) |

Avec le RCP2.6, la durée de la saison se stabilise (environ **4 mois**) en milieu de siècle. Avec les 2 autres scénarios, la baisse de la longueur de la saison continue jusqu'en fin de siècle (avec le RCP8.5 la durée de la saison serait égale à seulement un peu plus **d'un mois**).

3.8 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 30 cm de neige naturelle

3.8.4 Conclusion partielle

La fréquence des bonnes saisons d'enneigement va diminuer au cours du siècle. La variabilité inter-annuelle permettra d'avoir certaines années avec de meilleures saisons mais celles-ci seront plus rares. Avec le scénario RCP2.6, la durée de la saison se stabilise en milieu de siècle. Avec les 2 autres scénarios, la durée de la saison baisse tout au long du siècle.

A l'horizon 2081-2100 et avec le scénario RCP8.5, à 1500 m la durée de la saison serait réduite de **trois-quart** par rapport à la période historique (40 jours contre 154 jours). A 900 m la durée de la saison devient **anecdotique** sur tous les territoires (environ 10 jours contre un peu plus d'un mois sur la période historique, **15 jours** à 1200 m contre environ 3 mois sur la période 1986-2005).

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Cet indicateur n'est pertinent qu'à partir de **900 m**.

3.9.1 Début de saison

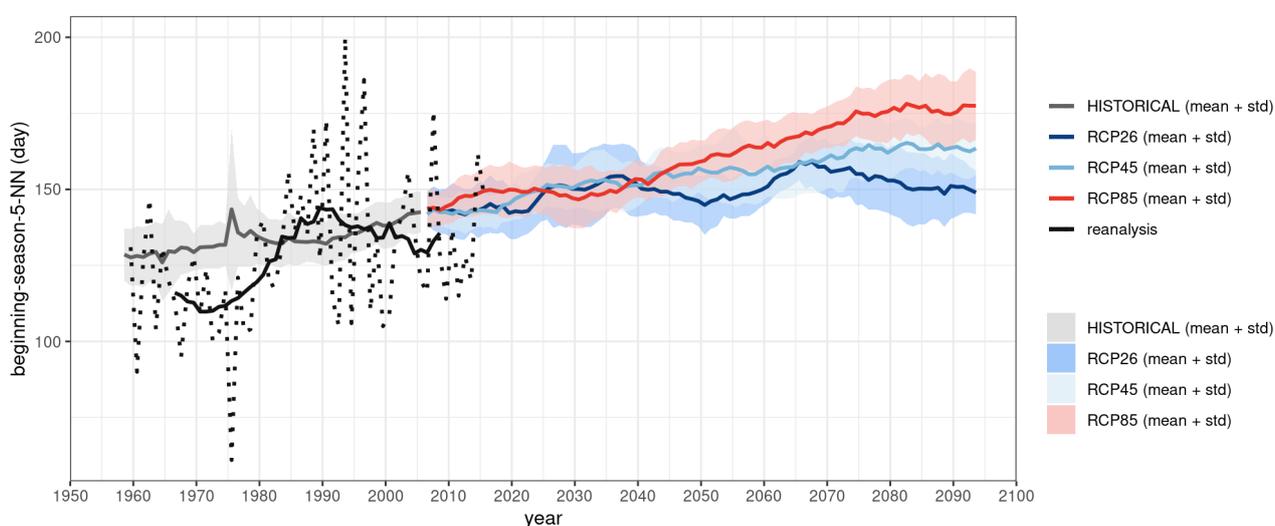


Figure 195: évolution temporelle de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Le début de la saison sera globalement **plus tardif**. Avec le RCP2.6, cette date se stabilise en milieu de siècle, et en deuxième partie de siècle pour le RCP4.5. Par contre avec le RCP8.5, le début de saison devient de plus en plus tardif tout au long du siècle.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

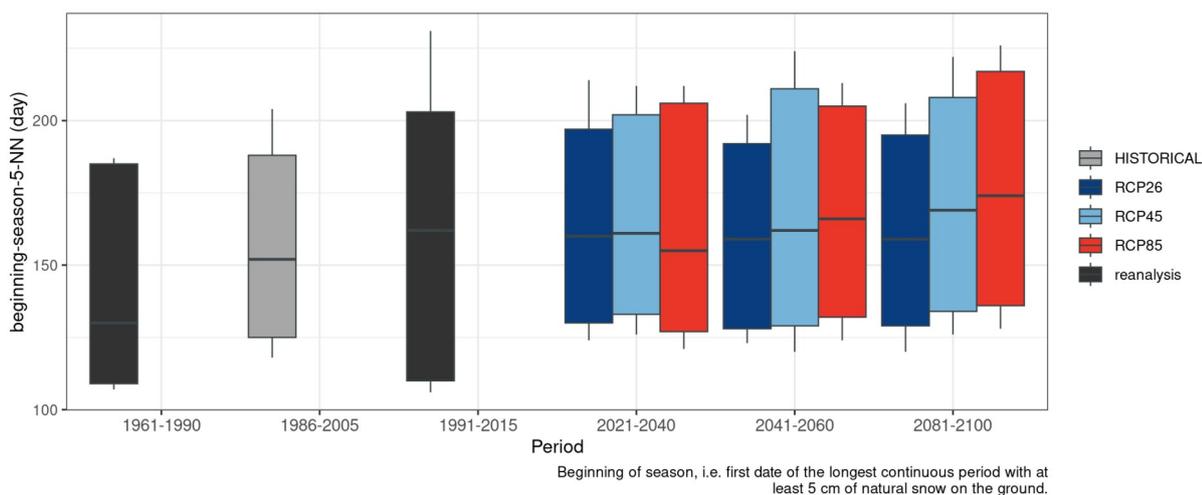


Figure 196: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m

Sur la période historique à 900 m, la saison commence le plus souvent le **30 décembre**, le **26 novembre** pour les meilleures saisons et le **20 février** de l'année N+1 pour les moins fastes. La variabilité inter-annuelle est importante.

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|---|---|---|
| Historique | 30 décembre [26 novembre ; 20 février] | | | |
| RCP2.6 | | 7 janvier [2 décembre ; 2 mars] | 6 janvier [1 ^{er} décembre; 18 février] | 6 janvier [28 novembre ; 22 février] |
| RCP4.5 | | 8 janvier [4 décembre ; 28 février] | 9 janvier [28 novembre ; 12 mars] | 16 janvier [4 décembre ; 10 mars] |
| RCP8.5 | | 2 janvier [29 novembre ; 28 février] | 13 janvier [2 décembre ; 1 ^{er} mars] | 21 janvier [6 décembre ; 14 mars] |

Figure 197: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +8 jours | + 7 jours | + 7 jours |
| RCP4.5 | +9 jours | +10 jours | +17 jours |
| RCP8.5 | + 3 jours | +14 jours | +22 jours |

Figure 198: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

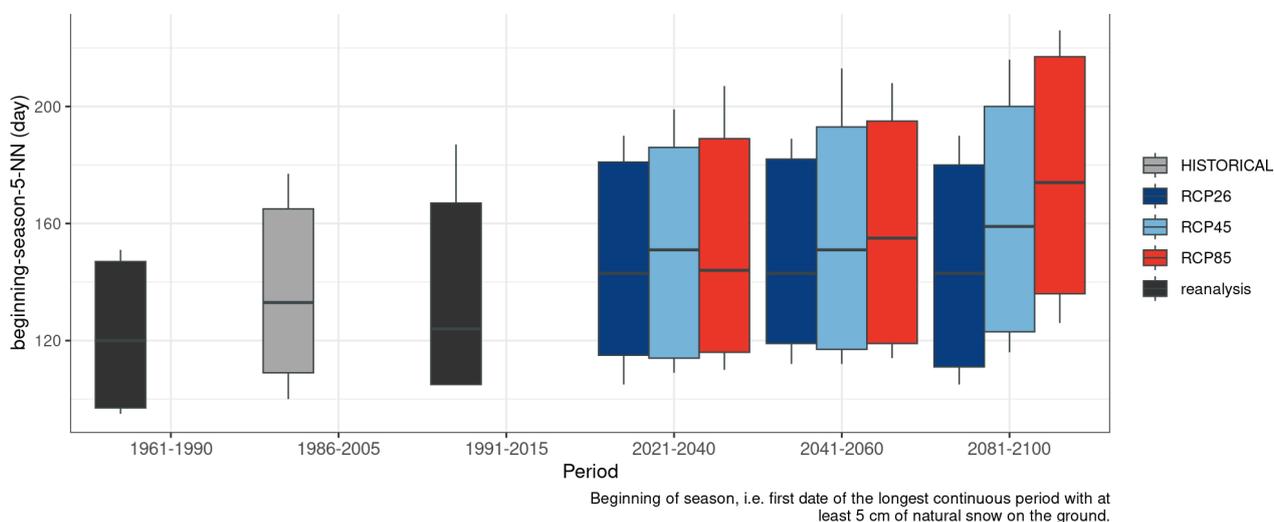


Figure 199: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

A 1200 m, la saison médiane (1 année sur 2) commence **le 11 décembre** [8 novembre ; 24 janvier].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| Historique | 11 décembre [8 novembre ; 24 janvier] | | | |
| RCP2.6 | | 21 décembre [13 novembre ; 6 février] | 21 décembre [20 novembre ; 5 février] | 21 décembre [13 novembre ; 6 février] |
| RCP4.5 | | 29 décembre [17 novembre ; 15 février] | 29 décembre [20 novembre ; 1 ^{er} mars] | 6 janvier [24 novembre ; 4 mars] |
| RCP8.5 | | 22 décembre [18 novembre ; 23 février] | 2 janvier [22 novembre ; 24 février] | 21 janvier [4 décembre ; 14 mars] |

Figure 200: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Ballon-Alsace à 1200 m

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +10 jours | +10 jours | + 10 jours |
| RCP4.5 | +18 jours | +18 jours | + 26 jours |
| RCP8.5 | + 11 jours | +22 jours | +41 jours |

Figure 201: Médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

La variabilité inter-annuelle sera toujours présente durant le siècle alternant des bonnes saisons avec des moins bonnes. La tendance est à un démarrage plus tardif de la saison qui se stabilise avec le RCP2.6 à un retard **d'une semaine** à 900 m, **10 jours** à 1200 m. Avec les 2 autres RCP, ce retard augmente et pourrait atteindre une **vingtaine de jours** en fin de siècle à 900 m et une **quarantaine** de jours à 1200 m.

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Schirmeck

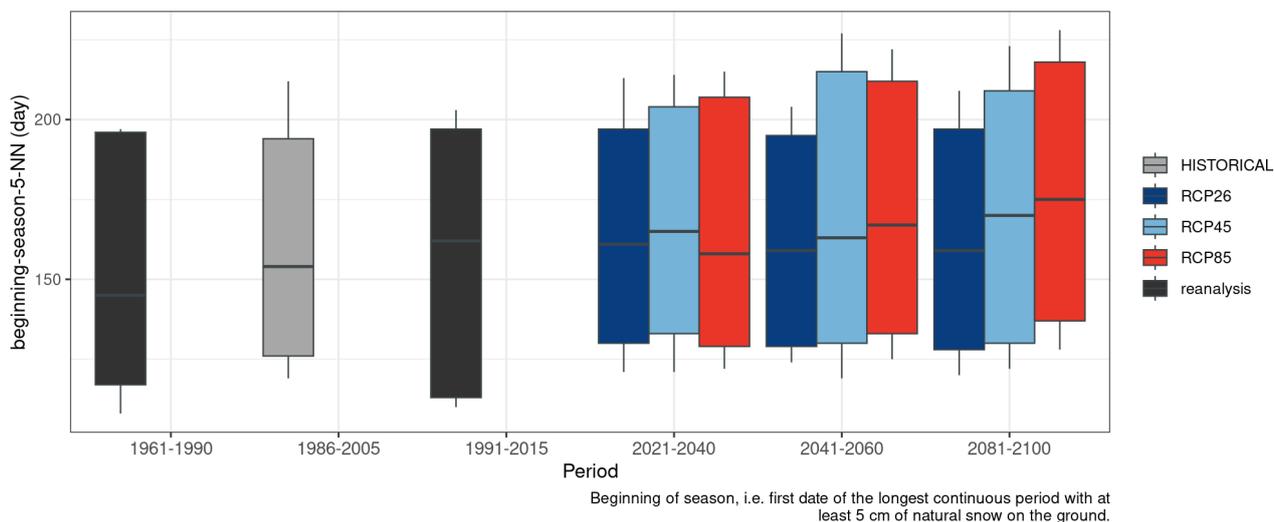


Figure 202: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Sur la période historique à 900 m, la saison avec 5 cm de neige naturelle au sol débute généralement le **1^{er} janvier** de l'année N+1, le 27 novembre pour les saisons les plus précoces et le 28 février de l'année N+1 pour les plus tardives.

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|--|--|--|
| Historique | 1 ^{er} janvier [27 novembre ; 28 février] | | | |
| RCP2.6 | | 8 janvier [29 novembre ; 1 ^{er} mars] | 6 janvier [2 décembre; 20 février] | 6 janvier [28 novembre ; 25 février] |
| RCP4.5 | | 12 janvier [29 novembre ; 2 mars] | 10 janvier [27 novembre ; 15 mars] | 17 janvier [30 novembre ; 11 mars] |
| RCP8.5 | | 5 janvier [30 novembre ; 3 mars] | 14 janvier [3 décembre ; 10 mars] | 22 janvier [6 décembre ; 16 mars] |

Figure 203: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +7 jours | +5 jours | + 5 jours |
| RCP4.5 | +11 jours | +9 jours | +16 jours |
| RCP8.5 | + 4 jours | +13 jours | +21 jours |

Figure 204: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

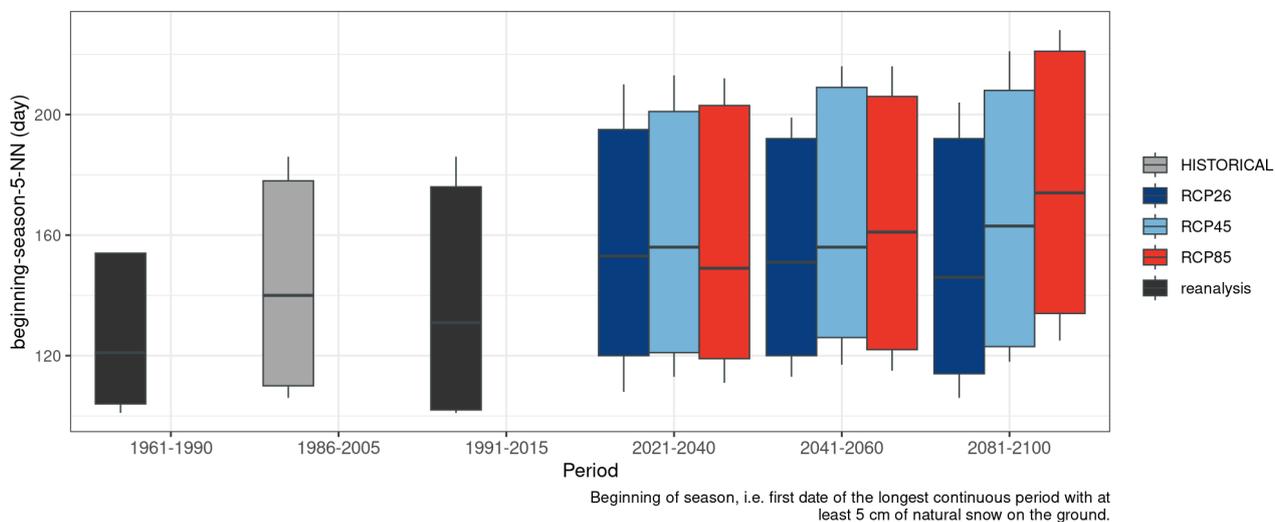


Figure 205: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m, la saison médiane (1 année sur 2) commence le **18 décembre** [14 novembre; 2 février].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------------------|--|--|--|
| Historique | 18 décembre [14 novembre ; 2 février] | | | |
| RCP2.6 | | 31 décembre [16 novembre ; 26 février] | 29 décembre [21 novembre ; 15 février] | 24 décembre [14 novembre ; 20 février] |
| RCP4.5 | | 3 janvier [21 novembre ; 1 ^{er} mars] | 3 janvier [25 novembre ; 4 mars] | 10 janvier [26 novembre ; 9 mars] |
| RCP8.5 | | 27 décembre [19 novembre ; 28 février] | 8 janvier [23 novembre ; 4 mars] | 21 janvier [3 décembre ; 16 mars] |

Figure 206: valeurs (médiane [Q5 – Q95]) de la date de début de saison (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - tSchirmeck à 1200 m

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +13 jours | +11 jours | + 6 jours |
| RCP4.5 | +16 jours | +16 jours | +23 jours |
| RCP8.5 | + 9 jours | +21 jours | +34 jours |

Figure 207: médiane du retard de la date de début de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire de Schirmeck à 1200 m

La saison avec 5 cm de neige naturelle au sol va commencer plus tard au cours du 21^{ème} siècle. Avec le RCP2.6, on note un décalage qui se stabilise autour d'une semaine. Avec les 2 autres RCPs, le retard s'accroît en fin de siècle et pourrait atteindre **-15 à -20 jours** à 900 m et **-20 à -30 jours** à 1200 m.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Hautes-Vosges

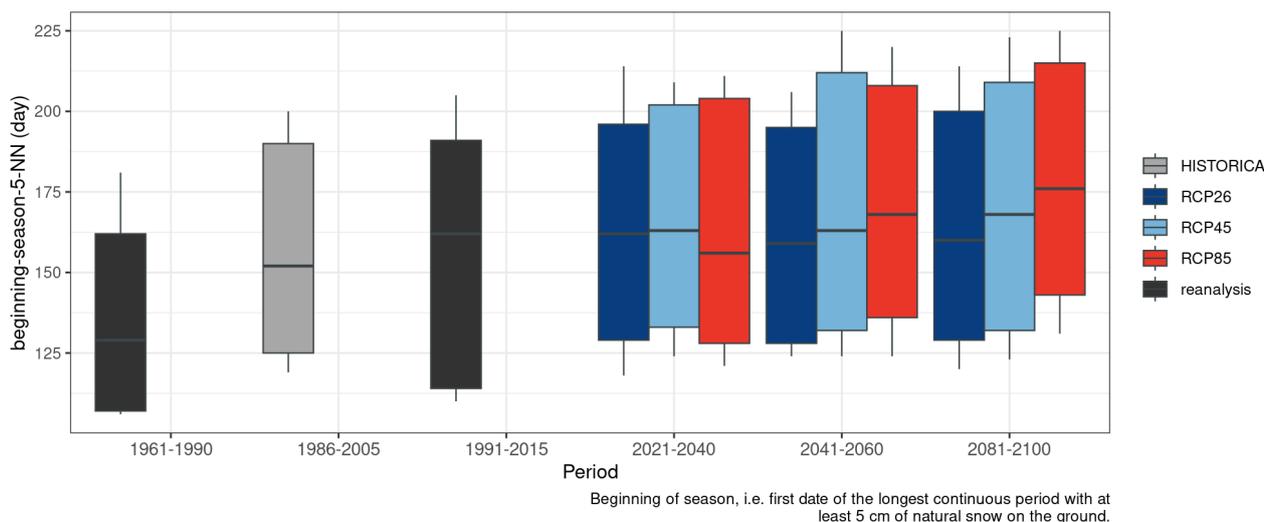


Figure 208: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

A 900 m, sur la période historique, la saison commence souvent le **30 décembre**, le 27 novembre pour les plus précoces et le 16 février pour les plus tardives. L'extrémité supérieure des boîtes à moustaches se décalent vers le haut, dans le futur nous connaissons des dates de début (plus tardives) non observées sur la période historique.

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Historique | 30 décembre [27 novembre ; 16 février] | | | |
| RCP2.6 | | 9 janvier [26 novembre ; 2 mars] | 6 janvier [2 décembre ; 22 février] | 7 janvier [28 novembre ; 2 mars] |
| RCP4.5 | | 10 janvier [2 décembre ; 25 février] | 10 janvier [2 décembre ; 13 mars] | 15 janvier [1 ^{er} novembre ; 11 mars] |
| RCP8.5 | | 3 janvier [29 novembre ; 27 février] | 15 janvier [2 décembre ; 8 mars] | 23 janvier [9 décembre ; 13 mars] |

Figure 209: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +10 jours | +7 jours | + 8 jours |
| RCP4.5 | +11 jours | +11 jours | +16 jours |
| RCP8.5 | + 4 jours | +16 jours | +24 jours |

Figure 210: médiane du nombre de jours de retard de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 900 m

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

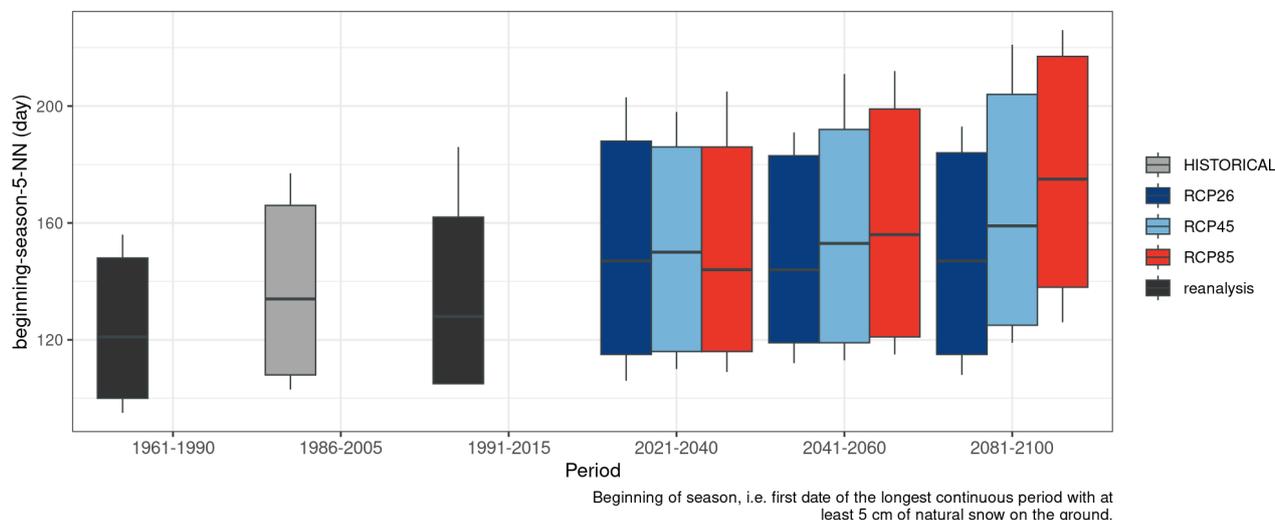


Figure 211: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Sur la période historique à 1200 m, la saison médiane (1 année sur 2) commence le **12 décembre**, le 14 novembre pour les plus précoces et le 19 février pour les plus tardives.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|--|--|-------------------------------------|
| Historique | 12 décembre [14 novembre ; 19 février] | | | |
| RCP2.6 | | 25 décembre [18 novembre ; 14 février] | 22 décembre [21 novembre ; 27 février] | 25 décembre [27 novembre ; 9 mars] |
| RCP4.5 | | 28 décembre [17 novembre ; 21 février] | 31 décembre [23 novembre ; 28 février] | 6 janvier [4 décembre ; 14 mars] |
| RCP8.5 | | 22 décembre [20 novembre ; 7 février] | 3 janvier [16 novembre ; 9 février] | 22 janvier [3 novembre ; 3 janvier] |

Figure 212: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de début d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - Hautes-Vosges à 1200 m

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | +13 jours | +10 jours | +13 jours |
| RCP4.5 | +16 jours | +19 jours | +25 jours |
| RCP8.5 | +10 jours | +22 jours | +41 jours |

Figure 213: Médiane du nombre de jours de retard de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Durant le siècle avec le RCP2.6, la date de début de la saison se décale d'environ **une semaine** à 900 m (une **quinzaine** de jours à 1200 m). Avec les 2 autres RCPs, ce décalage s'accroît pour atteindre à l'horizon lointain entre **15 et plus de 20 jours** à 900 et de **25 à 40 jours** à 1200 m.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

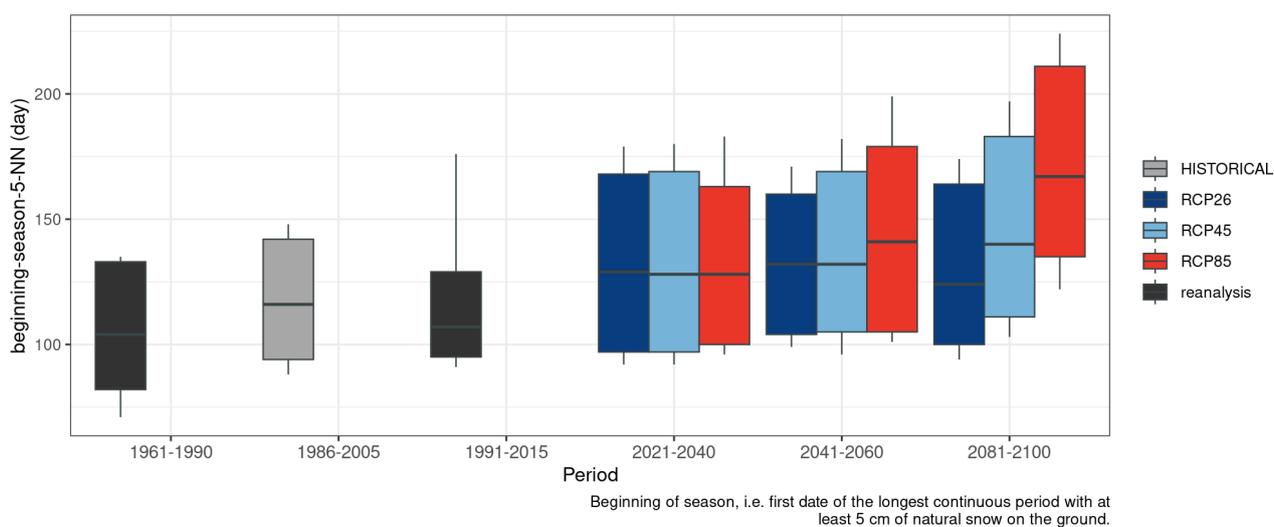


Figure 214: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Globalement, la saison avec un enneigement naturel supérieur à 5 cm va démarrer **plus tard**-à l'horizon proche. La variabilité inter-annuelle est grande dans les projections (longueur de la boîte à moustaches).

Sur la période 1986-2005, la saison d'enneigement avec au moins 5 cm de neige naturelle commence le plus souvent **le 24 novembre** de l'année N, **le 27 octobre** pour les saisons les plus précoces et le **26 décembre** pour les plus tardives.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|--|---|--|
| Historique | 24 novembre [27 octobre ; 26 décembre] | | | |
| RCP2.6 | | 7 décembre [31 octobre; 26 janvier] | 10 décembre [7 novembre; 18 janvier] | 2 décembre [2 novembre ;21 janvier] |
| RCP4.5 | | 6 décembre [31 octobre ; 27 janvier] | 10 décembre [4 novembre ;29 janvier] | 18 décembre [11 novembre;13 février] |
| RCP8.5 | | 6 décembre [4 novembre ;29 janvier] | 19 décembre [9 novembre ; 15 février] | 14 janvier [30 novembre ; 12 mars] |

Figure 215: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------|
| RCP2.6 | +13 | +16 | +8 |
| RCP4.5 | +12 | +16 | +24 |
| RCP8.5 | +12 | +25 | +51 |

Figure 216: médiane du nombre de jours de retard de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Avec le RCP2.6, la date de début de saison a tendance à être retardée durant le siècle à venir mais avec une atténuation attendue à l'horizon 2081-2100 (**une semaine** environ de retard). Avec les 2 autres RCP, le retard continue à augmenter tout au long du siècle pour aller en fin de période de **3 semaines à 1 mois et demi** environ.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

3.9.2 Fin de saison

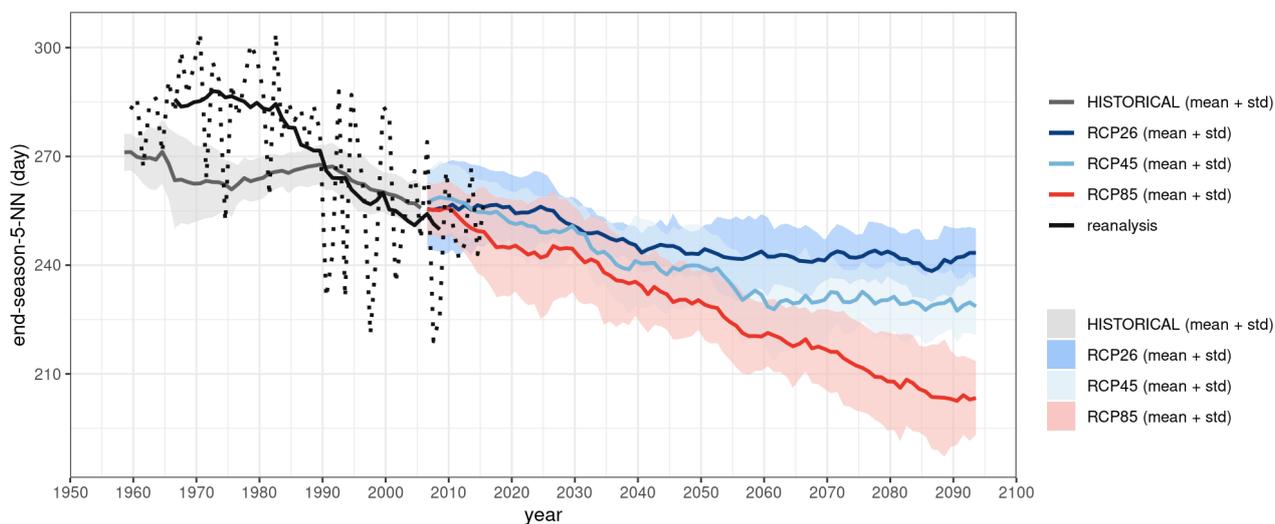


Figure 217: évolution temporelle de la date de fin de saison d'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

De façon générale avec l'exemple ci-dessus, la date de fin de saison devient plus **précoce** durant le siècle. La dynamique n'est pas la même suivant les scénarios :

- RCP2.6 : de plus en plus précoce puis on note une stabilisation en milieu de siècle
- RCP4.5 : de plus en plus précoce puis une stabilisation apparaît en deuxième partie de siècle
- RCP8.5 : de plus en plus précoce puis une stabilisation apparaît en fin de siècle

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

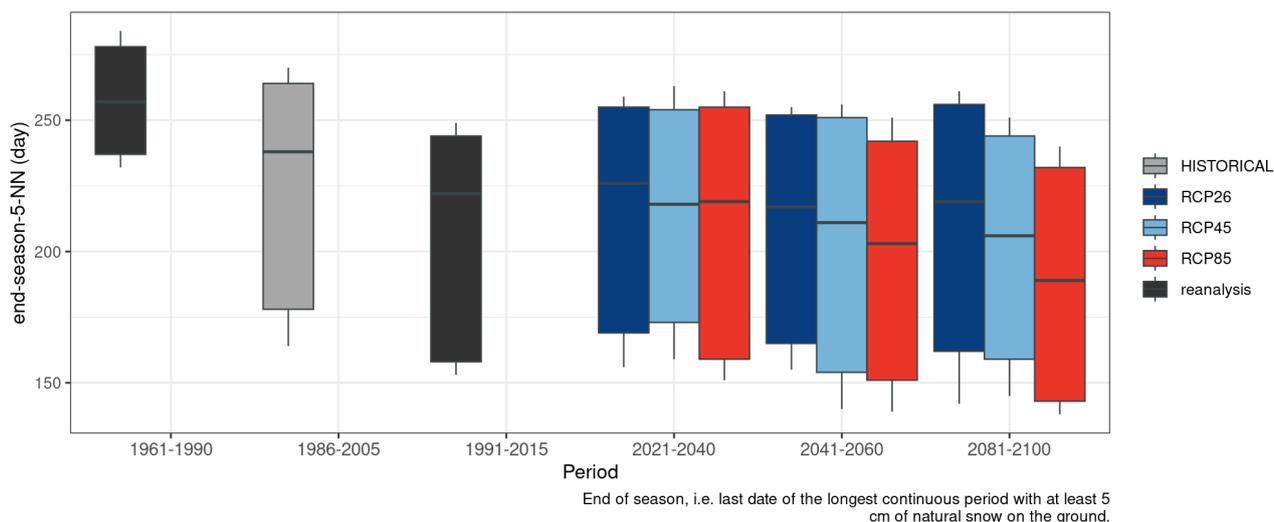


Figure 218: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m

La fin de la période avec au moins 5 cm de neige au sol va terminer plus tôt au 21ème siècle et d'autant plus en fin d'échéance avec le RCP8.5 (le plus pessimiste). L'incertitude de modélisation et la variabilité inter-annuelle sont importantes (longueur de la boîte à moustaches).

Sur la période historique, la saison termine le plus souvent le **26 mars** de l'année N+1, le **11 janvier** pour les fins les plus précoces et le **27 avril** pour les plus tardives.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Historique | 26 mars [11 janvier ; 27 avril] | | | |
| RCP2.6 | | 14 mars [3 janvier ; 16 avril] | 5 mars [2 janvier; 12 avril] | 7 mars [20 décembre ; 18 avril] |
| RCP4.5 | | 6 mars [6 janvier ; 20 avril] | 27 février [18 décembre ; 13 avril] | 22 février [23 décembre ; 8 avril] |
| RCP8.5 | | 7 mars [29 décembre ; 18 avril] | 19 février [17 décembre ; 8 avril] | 5 février [16 décembre ; 28 mars] |

Figure 219: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -12 jours | -21 jours | -19 jours |
| RCP4.5 | -20 jours | -27 jours | -32 jours |
| RCP8.5 | -19 jours | -35 jours | -49 jours |

Figure 220: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

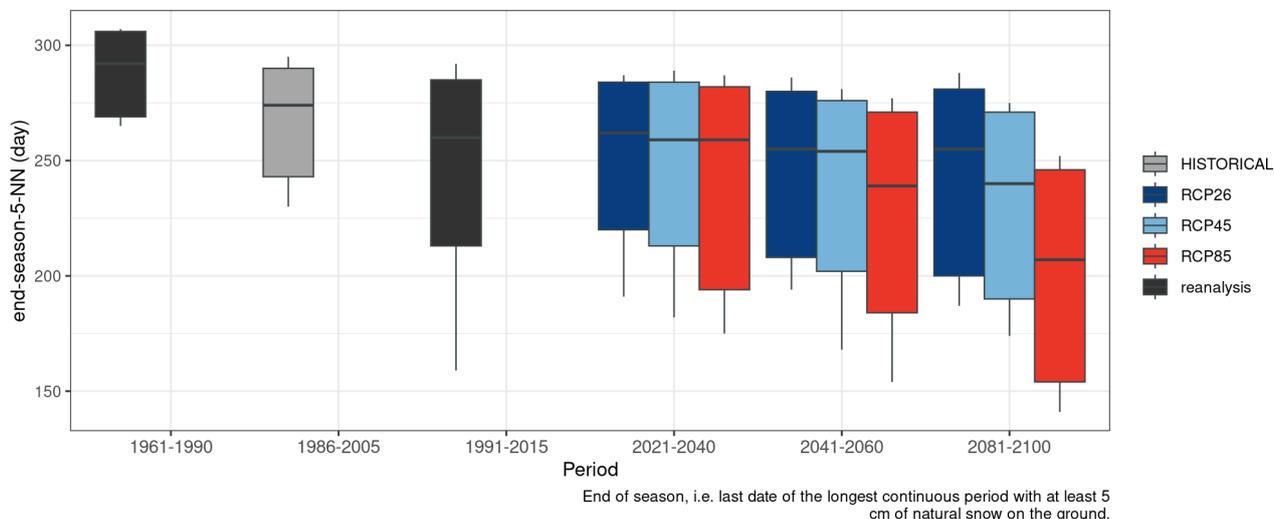


Figure 221: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

Sur la période historique à 1200 m, la saison médiane (1 année sur 2) se termine le **1^{er} mai** [18 mars ; 22 mai].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Historique | 1 ^{er} mai [18 mars ; 22 mai] | | | |
| RCP2.6 | | 19 avril [7 février ; 14 mai] | 12 avril [10 février; 13 mai] | 12 avril [3 février ; 15 mai] |
| RCP4.5 | | 16 avril [29 janvier ; 16 mai] | 11 avril [15 janvier ; 8 mai] | 28 mars [21 janvier ; 2 mai] |
| RCP8.5 | | 16 avril [22 janvier ; 14 mai] | 27 mars [1 ^{er} janvier ; 4 mai] | 23 février [19 décembre ; 9 avril] |

Figure 222: Valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Ballon-Alsace à 1200 m

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -12 jours | -19 jours | -19 jours |
| RCP4.5 | -15 jours | -20 jours | -34 jours |
| RCP8.5 | -15 jours | -35 jours | -67 jours |

Figure 223: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

Avec le RCP2.6, il y a une stabilisation de la date de fin de la saison (avance d'une **vingtaine** de jours pour les 2 altitudes). Avec les 2 autres RCP, la date de fin **avance** au cours du siècle pour atteindre **un mois ou un mois et demi** de décalage à 900 m et **un à deux mois** à 1200 m.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Schirmeck

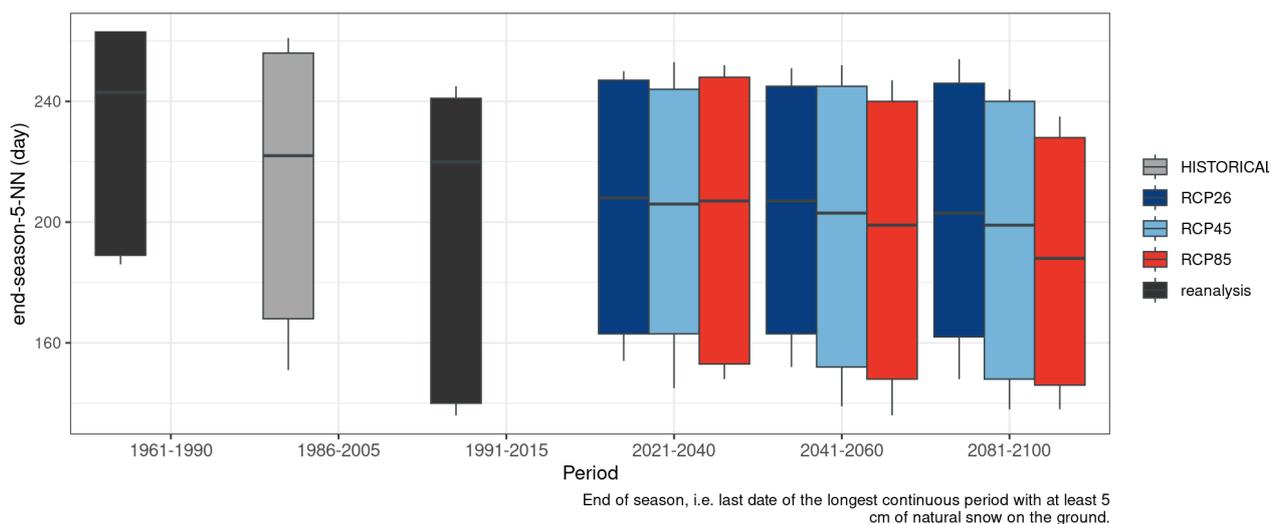


Figure 224: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Sur la période 1986-2005 à 900 m, la saison avec au moins 5 cm de neige naturelle au sol se termine généralement le **10 mars** de l'année N+1, le 29 décembre pour les plus courtes et le 18 avril de l'année N+1 pour les plus longues.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--|--|--|--|
| Historique | 10 mars [29 décembre ; 18 avril] | | | |
| RCP2.6 | | 24 février [1 ^{er} janvier ; 7 avril] | 23 février [30 décembre; 8 avril] | 19 février [26 décembre ; 11 avril] |
| RCP4.5 | | 22 février [23 décembre ; 10 avril] | 19 février [17 décembre ; 9 avril] | 15 février [16 décembre ; 1 ^{er} avril] |
| RCP8.5 | | 23 février [26 décembre ; 9 avril] | 15 février [14 décembre ; 4 avril] | 4 février [16 décembre ; 23 mars] |

Figure 225: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP et historique - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -14 jours | -15 jours | -19 jours |
| RCP4.5 | -16 jours | -19 jours | -23 jours |
| RCP8.5 | -15 jours | -23 jours | -34 jours |

Figure 226: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

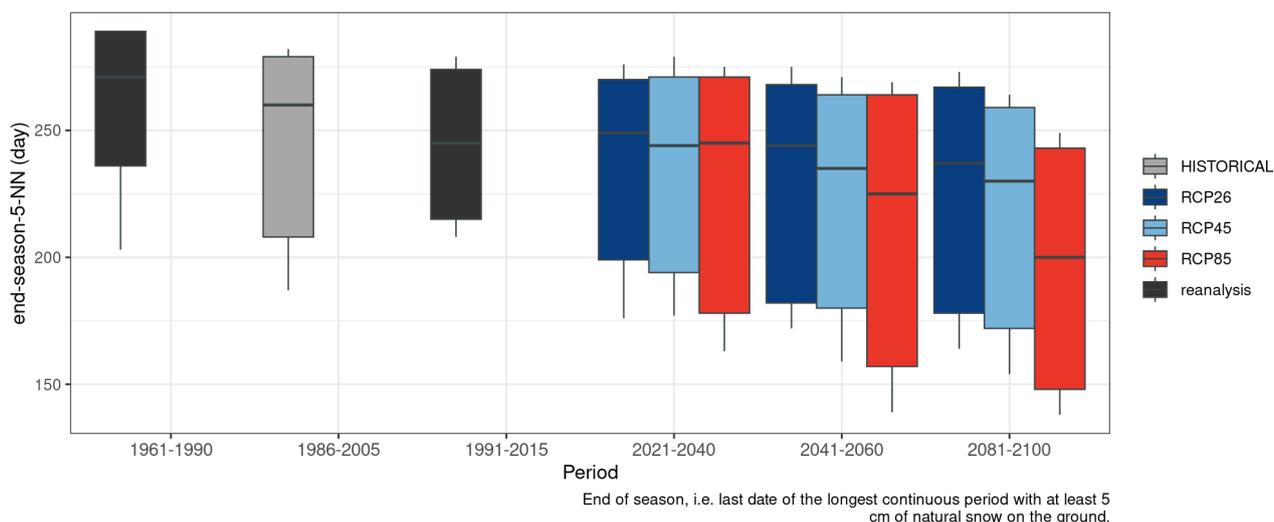


Figure 227: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m sur la période historique, la saison médiane se termine le **17 avril** [3 février ; 9 mai].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------------|---|---|---|
| Historique | 17 avril [3 février ; 9 mai] | | | |
| RCP2.6 | | 6 avril [23 janvier ; 3 mai] | 1 ^{er} avril [19 janvier ; 2 mai] | 25 mars [11 janvier ; 30 avril] |
| RCP4.5 | | 1 ^{er} avril [24 janvier ; 6 mai] | 23 mars [6 janvier ; 28 avril] | 18 mars [1 ^{er} janvier ; 21 avril] |
| RCP8.5 | | 2 avril [10 janvier ; 2 mai] | 13 mars [17 décembre ; 26 avril] | 16 février [16 décembre ; 6 avril] |

Figure 228: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- Schirmeck à 1200 m

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -11 jours | -16 jours | -23 jours |
| RCP4.5 | -16 jours | -25 jours | -30 jours |
| RCP8.5 | -15 jours | -35 jours | -60 jours |

Figure 229: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005

Quelque soit le scénario, la saison va terminer plus tôt durant le siècle, le RCP2,6 stabilise cet écart pour les 2 altitudes entre **15 et 20 jours**. Avec les 2 autres RCPs, cet écart augmente pour atteindre en fin de siècle une **vingtaine** de jours voire **1 mois** à 900 m, **un à deux mois** à 1200 m.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Hautes-Vosges

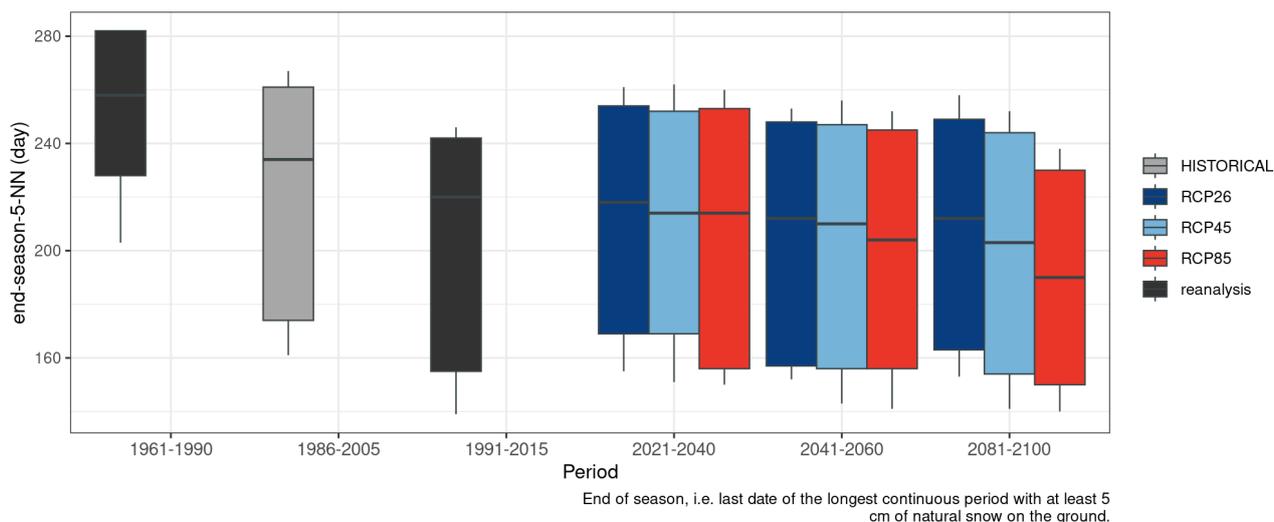


Figure 230: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Sur la période historique, la saison se termine le plus souvent le **22 mars**, le 8 janvier pour les plus courtes et le 24 avril pour les plus longues. L'extrémité inférieure des boîtes à moustaches se décale vers le bas indiquant que les « mauvaises » saisons terminent de plus en plus tôt.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Historique | 22 mars [8 janvier ; 24 avril] | | | |
| RCP2.6 | | 6 mars [2 janvier ; 18 avril] | 28 février [30 décembre; 10 avril] | 28 février [31 décembre ; 15 avril] |
| RCP4.5 | | 2 mars [29 décembre ; 19 avril] | 26 février [21 décembre ; 13 avril] | 19 février [19 décembre ; 9 avril] |
| RCP8.5 | | 2 mars [28 décembre ; 17 avril] | 20 février [19 décembre ; 9 avril] | 6 février [18 décembre ; 26 mars] |

Figure 231: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -16 jours | -22 jours | -22 jours |
| RCP4.5 | -20 jours | -24 jours | -31 jours |
| RCP8.5 | -20 jours | -30 jours | -44 jours |

Figure 232: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

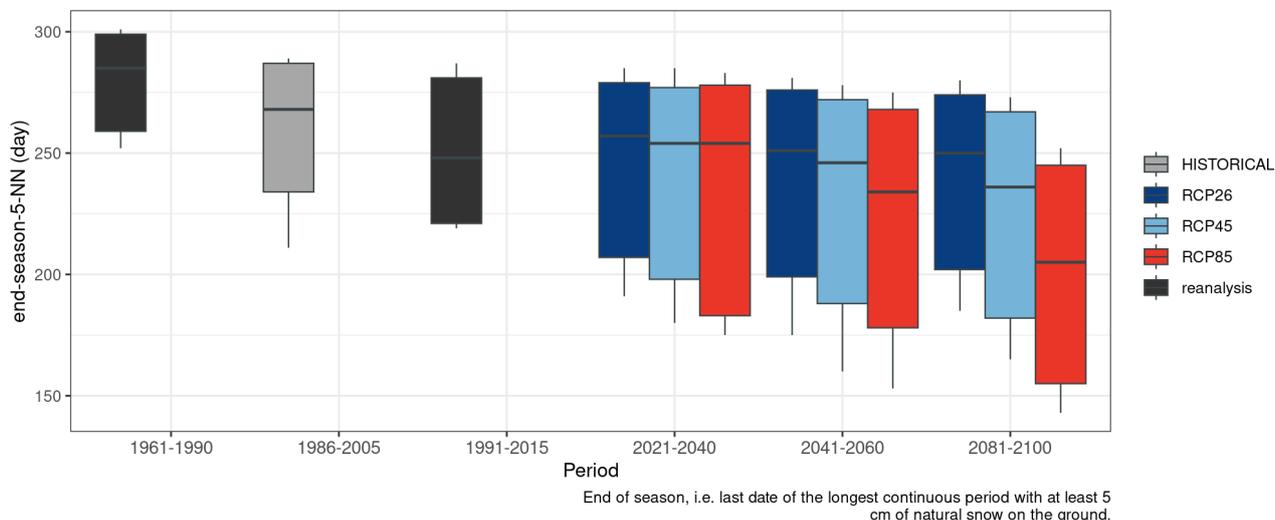


Figure 233: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

A 1200 m sur la période historique, la date médiane (1 année sur 2) de fin de saison est le **25 avril** [27 février ; 16 mai].

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Historique | 25 avril [27 février ; 16 mai] | | | |
| RCP2.6 | | 14 avril [7 février ; 12 mai] | 8 avril [22 janvier; 8 mai] | 7 avril [1 ^{er} février ; 7 mai] |
| RCP4.5 | | 11 avril [27 janvier ; 12 mai] | 3 avril [7 janvier ; 5 mai] | 24 mars [12 janvier ;30 avril] |
| RCP8.5 | | 11 avril [22 janvier ; 10 mai] | 22 mars [31 décembre ; 2 mai] | 21 février [21 décembre ; 9 avril] |

Figure 234: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -11 jours | -17 jours | -18 jours |
| RCP4.5 | -14 jours | -22 jours | -32 jours |
| RCP8.5 | -14 jours | -34 jours | -63 jours |

Figure 235: médiane du nombre de jours d'avance de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Avec le RCP2.6 pour les 2 altitudes, la saison se termine une **vingtaine** de jours. Avec les 2 autres RCPs, la date de fin de saison avance tout au long du siècle pour atteindre **1 mois à 1 mois et demi** d'avance à 900 m à l'horizon 2081-2100, **1 à 2 mois** d'avance à 1200 m.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

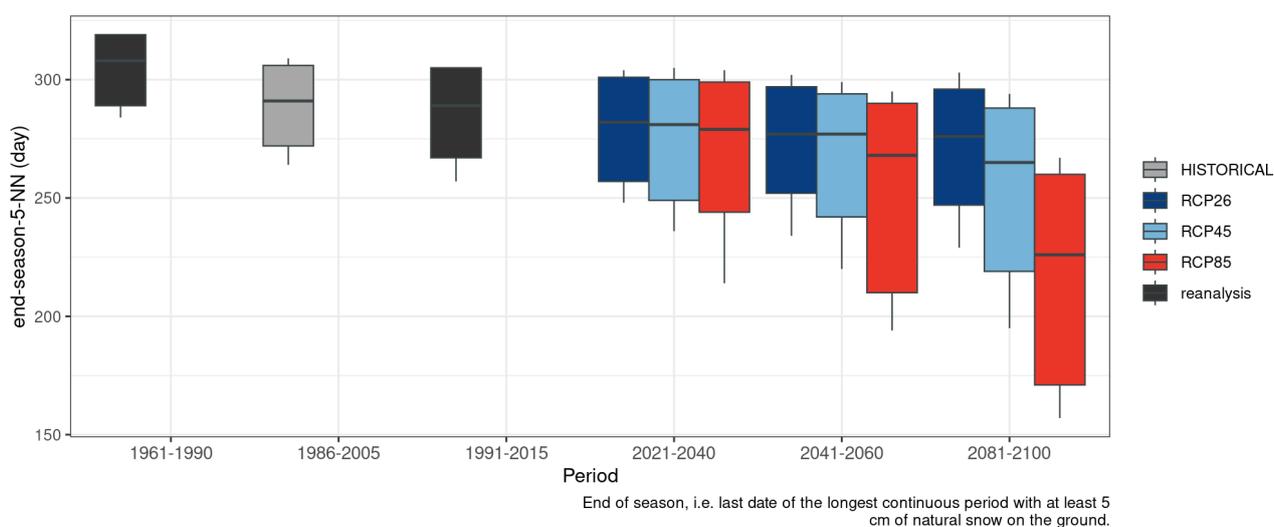


Figure 236: *Figure XX : Evolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m*

Sur la période 1986-2005, la saison d'enneigement avec au moins 5 cm de neige naturelle termine le plus souvent le **18 mai** de l'année N+1, le **21 avril** pour la date la plus précoce et le **5 juin** pour la date la plus tardive. Sur les projections climatiques, il y a une grande variabilité des résultats (longueur de la boîte à moustaches). A noter que la date la plus tardive pour le RCP8.5 à l'horizon de la fin du siècle est du même ordre de grandeur que la date la plus précoce pour la période de référence. Une « mauvaise » saison sur la période 1986-2005 équivaut donc à une « bonne » saison en fin de siècle avec le RCP8.5.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Historique | 18 mai [21 avril ; 5 juin] | | | |
| RCP2.6 | | 9 mai [5 avril; 31 mai] | 4 mai [22 mars ; 29 mai] | 3 mai [17 mars ; 30 mai] |
| RCP4.5 | | 8 mai [24 mars ; 1 ^{er} juin] | 4 mai [8 mars ; 26 mai] | 22 avril [11 février ; 21 mai] |
| RCP8.5 | | 6 mai [2 mars ; 31 mai] | 25 avril [10 février ; 22 mai] | 14 mars [4 janvier ; 24 avril] |

Figure 237: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de la date de fin de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------|-----------|------------------|
| RCP2.6 | -9 jours | -14 jours | -15 jours |
| RCP4.5 | -10 jours | -14 jours | -26 jours |
| RCP8.5 | -12 jours | -23 jours | -65 jours |

Figure 238: médiane du nombre de jours d'avance de la date de début de l'enneigement (seuil 5 cm de hauteur de neige) par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Avec le RCP2.6, l'avance de la fin de la saison se stabilise à une **quinzaine de jours**. Avec les 2 autres RCPs, cette avance augmente tout au long du siècle, à l'horizon 2081-2100, la fin de la saison d'enneigement connaîtrait le plus souvent **2 mois** d'avance avec le RCP8.5.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

3.9.3 Durée de la saison

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

900 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|------------------------------|-------------|---------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 30 décembre | 26 mars | 87 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-----------|---------|----------------------|
| 2021-2040 | 7 janvier | 14 mars | 67 jours (-20 jours) |
| 2041-2060 | 6 janvier | 5 mars | 59 jours (-28 jours) |
| 2081-2100 | 6 janvier | 7 mars | 61 jours (-26 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 8 janvier | 6 mars | 58 jours (-29 jours) |
| 2041-2060 | 9 janvier | 27 février | 50 jours (-37 jours) |
| 2081-2100 | 16 janvier | 22 février | 38 jours (-49 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 2 janvier | 7 mars | 65 jours (-22 jours) |
| 2041-2060 | 13 janvier | 19 février | 38 jours (-49 jours) |
| 2081-2100 | 21 janvier | 5 février | 16 jours (-71 jours) |

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

1200 m

| | début | fin | durée |
|------------------------------|-------------|---------------------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 11 décembre | 1 ^{er} mai | 142 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 21 décembre | 19 avril | 120 jours (-22 jours) |
| 2041-2060 | 21 décembre | 12 avril | 113 jours (-29 jours) |
| 2081-2100 | 21 décembre | 12 avril | 113 jours (-29 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 29 décembre | 16 avril | 109 jours (-33 jours) |
| 2041-2060 | 29 décembre | 11 avril | 104 jours (-38 jours) |
| 2081-2100 | 6 janvier | 28 mars | 82 jours (-60 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|------------|-----------------------|
| 2021-2040 | 22 décembre | 16 avril | 116 jours (-26 jours) |
| 2041-2060 | 2 janvier | 27 mars | 85 jours (-57 jours) |
| 2081-2100 | 21 janvier | 23 février | 34 jours (-108 jours) |

Globalement la saison va se raccourcir au cours du 21ème siècle. Avec le RCP2.6 pour les 2 altitudes, la saison perd entre **20 et 30 jours** de neige au sol (> 5cm). Avec les 2 autres RCPs, la durée **diminue** tout au long du siècle avec à 900 m avec une perte de **1 mois à presque 2 mois** à l'horizon 2081-2100, **2 mois à 3 mois et demi** à 1200 m.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Schirmeck

900 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|------------------------------|-------------------------|---------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 1 ^{er} janvier | 10 mars | 69 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-----------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 8 janvier | 24 février | 48 jours (-21 jours) |
| 2041-2060 | 6 janvier | 23 février | 49 jours (-20 jours) |
| 2081-2100 | 6 janvier | 19 février | 45 jours (-24 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 12 janvier | 22 mars | 42 jours (-27 jours) |
| 2041-2060 | 10 janvier | 19 février | 41 jours (-28 jours) |
| 2081-2100 | 17 janvier | 15 février | 30 jours (-39 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 5 janvier | 23 février | 50 jours (-19 jours) |
| 2041-2060 | 14 janvier | 15 février | 33 jours (-36 jours) |
| 2081-2100 | 22 janvier | 4 février | 14 jours (-55 jours) |

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

1200 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|------------------------------|-------------|----------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 18 décembre | 17 avril | 121 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|-----------------------|----------------------|
| 2021-2040 | 31 décembre | 6 avril | 97 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 29 décembre | 1 ^{er} avril | 94 jours (-27 jours) |
| 2081-2100 | 24 décembre | 25 mars | 92 jours (-29 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|-----------------------|----------------------|
| 2021-2040 | 3 janvier | 1 ^{er} avril | 89 jours (-32 jours) |
| 2041-2060 | 3 janvier | 23 mars | 80 jours (-41 jours) |
| 2081-2100 | 10 janvier | 18 mars | 68 jours (-53 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 27 décembre | 2 avril | 97 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 8 janvier | 13 mars | 65 jours (-56 jours) |
| 2081-2100 | 21 janvier | 16 février | 27 jours (-94 jours) |

Globalement la saison **va se raccourcir** au cours du 21^{ème} siècle. Avec le RCP2.6, la saison perd entre **20 et 25 jours** à 900 m, jusqu'à **30 jours** à 1200 m à l'horizon lointain. Avec les 2 autres RCPs, la durée **diminue** tout au long du siècle avec une perte de **1 mois à presque 2 mois** à 900 m à l'horizon 2081-2100, **1 mois et demi à 3 mois** de perte à 1200 m.

3 Résultats

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Hautes-Vosges

900 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|------------------------------|-------------|---------|----------|
| Période historique 1986-2005 | 30 décembre | 22 mars | 83 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-----------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 9 janvier | 6 mars | 57 jours (-26 jours) |
| 2041-2060 | 6 janvier | 28 février | 54 jours (-29 jours) |
| 2081-2100 | 7 janvier | 28 février | 53 jours (-30 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 10 janvier | 2 mars | 52 jours (-31 jours) |
| 2041-2060 | 10 janvier | 26 février | 48 jours (-35 jours) |
| 2081-2100 | 15 janvier | 19 février | 36 jours (-47 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| 2021-2040 | 3 janvier | 2 mars | 59 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 15 janvier | 20 février | 37 jours (-46 jours) |
| 2081-2100 | 23 janvier | 6 février | 15 jours (-68 jours) |

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

1200 m

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|------------------------------|-------------|----------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 12 décembre | 25 avril | 135 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 25 décembre | 14 avril | 111 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 22 décembre | 8 avril | 108 jours (-27 jours) |
| 2081-2100 | 25 décembre | 7 avril | 104 jours (-31 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 28 décembre | 11 avril | 105 jours (-30 jours) |
| 2041-2060 | 31 décembre | 3 avril | 94 jours (-41 jours) |
| 2081-2100 | 6 janvier | 24 mars | 78 jours (-57 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|------------|-----------------------|
| 2021-2040 | 22 décembre | 11 avril | 111 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 3 janvier | 22 mars | 79 jours (-56 jours) |
| 2081-2100 | 22 janvier | 21 février | 31 jours (-104 jours) |

Avec le RCP2.6 pour ces 2 altitudes, la baisse de la durée de la saison se stabilise à environ **-1 mois**. Avec les 2 autres RCPs, elle s'accroît pour atteindre **1 mois et demi** à plus de **2 mois** de réduction à 900 m à l'horizon lointain, **2 mois à 3 mois et demi** de moins à 1200 m. A noter que la perte de jours enneigés est plus importante en fin de saison certainement à cause d'une douceur plus marquée en fin d'hiver.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

Médiane période historique

| | début | fin | durée |
|---------------------------------|-------------|--------|-----------|
| Période historique 1986-2005 | 24 novembre | 18 mai | 176 jours |

Médiane RCP2.6

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|-------|-----------------------|
| 2021-2040 | 7 décembre | 9 mai | 154 jours (-22 jours) |
| 2041-2060 | 10 décembre | 4 mai | 146 jours (-30 jours) |
| 2081-2100 | 2 décembre | 3 mai | 153 jours (-23 jours) |

Médiane RCP4.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 6 décembre | 8 mai | 154 jours (-22 jours) |
| 2041-2060 | 10 décembre | 4 mai | 146 jours (-30 jours) |
| 2081-2100 | 18 décembre | 22 avril | 126 jours (-50 jours) |

Médiane RCP8.5

| | début | fin | durée |
|-----------|-------------|----------|-----------------------|
| 2021-2040 | 6 décembre | 6 mai | 152 jours (-24 jours) |
| 2041-2060 | 19 décembre | 25 avril | 128 jours (-48 jours) |
| 2081-2100 | 14 janvier | 14 mars | 60 jours (-116 jours) |

Avec le RCP2.6, on note une **stabilisation** de la baisse de la durée de la saison à environ 25 jours. Avec les 2 autres RCP, la baisse continue à **s'accroître** pour atteindre une perte de **1 mois et demi à presque 4 mois** à l'horizon lointain.

3.9 Premier et dernier jour de la plus longue période continue avec au moins 5 cm de neige naturelle

3.9.4 Conclusion partielle

Même si la variabilité inter-annuelle permettra encore de bonnes saisons globalement leur fréquence et leur durée vont baisser (début plus tardif et fin plus précoce). Notons que la perte de jours enneigés est plus importante en fin de saison certainement à cause d'une **douceur** plus marquée en **fin d'hiver**.

Quel que soit le scénario, la durée de la saison diminue jusqu'en milieu de siècle. Cette diminution se stabilise après 2040 en RCP2.6. Avec les deux autres scénarios la diminution de la durée de la saison se poursuit jusqu'en fin de siècle. A l'horizon 2081-2100 avec le RCP8.5, à 900 m la durée de la saison est divisée par 5, à 1200 m elle est divisée par 4 et à 1500 m la durée de la saison est divisée par 3.

3.10 Équivalent en eau du manteau neigeux naturel

3.10.1 Au 1^{er} avril

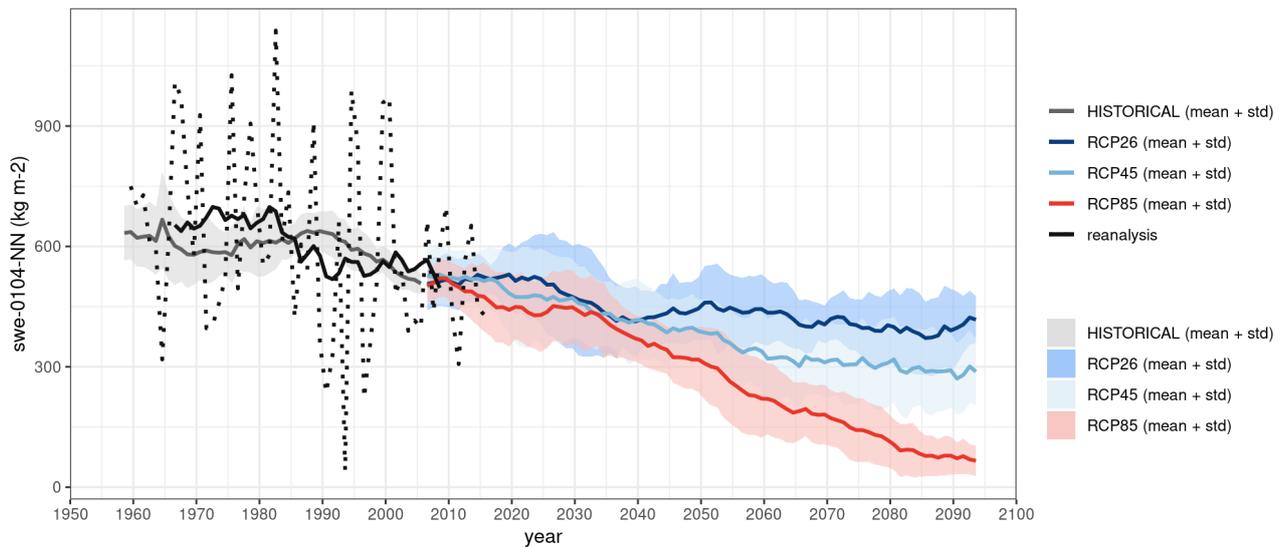


Figure 239: évolution temporelle de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} avril pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

L'équivalent en eau au 1^{er} avril va **baisser** durant le siècle. A l'horizon proche il n'y a pas beaucoup de différences entre les scénarios. Les différences sont visibles en deuxième partie de siècle :

- RCP2.6 : la baisse se stabilise
- RCP4.5 : la baisse continue jusqu'en fin de siècle
- RCP8.5 : la baisse est plus marquée jusqu'à la fin du siècle

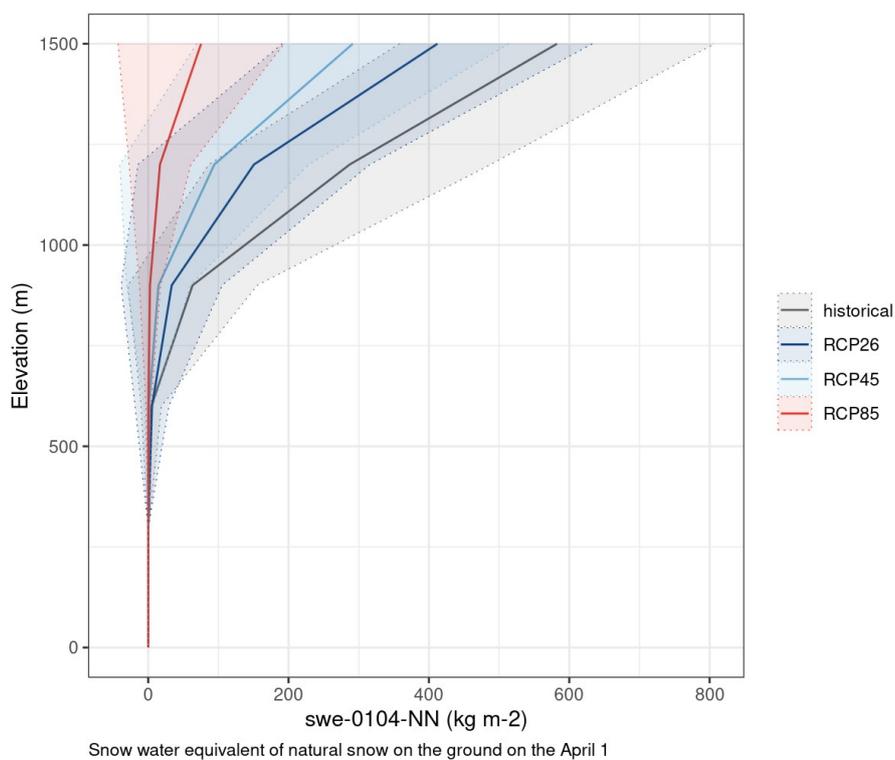


Figure 240: équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} avril (médiane et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500m), horizon 2081-2100, 3 scénarios RCPs

Sur l'illustration au-dessus, on voit que cet indicateur n'est pertinent qu'à partir de 1500 m. En dessous, il est trop faible pour être significatif. En dessous de cette altitude à la date du 1^{er} avril l'essentiel du manteau neigeux a déjà fondu.

Le manteau neigeux représente une réserve de stock d'eau différée.

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

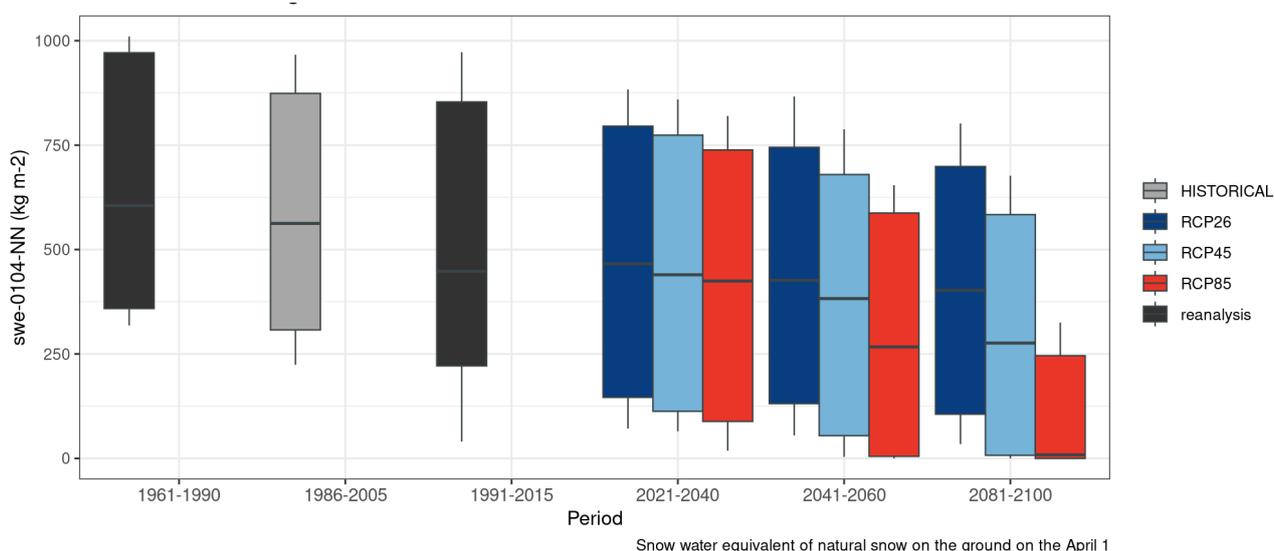


Figure 241: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel au 1^{er} avril par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Sur la période historique, la variabilité inter-annuelle est importante (longueur de la boîte à moustaches). Le plus souvent, l'équivalent en eau au 1^{er} avril est de **563 mm**, **224 mm** pour les années les moins enneigées et **966 mm** pour les plus enneigées. Durant le siècle à venir, il y aura toujours la possibilité d'avoir des saisons avec une importante fonte nivale au printemps mais leur fréquence va diminuer. À l'horizon 2081-2100 avec le RCP8.5, la diminution est assez drastique, le maximum (246 mm) pour cette échéance et ce scénario se rapprochant du minimum estimé sur la période historique (308 mm).

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Historique | 563 mm [224 mm ; 966 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 466 mm [71 mm; 883 mm] | 426 mm [55 mm ; 867 mm] | 402 mm [34 mm ; 802 mm] |
| RCP4.5 | | 440 mm [65 mm ; 859 mm] | 383 mm [3 mm; 788 mm] | 276 mm [0 mm ; 677 mm] |
| RCP8.5 | | 425 mm [18 mm; 820 mm] | 267 mm [0 mm; 654 mm] | 9 mm [0 mm; 325 mm] |

Figure 242: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} avril (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| RCP2.6 | -97 mm (-17%) | -136 mm (- 24%) | -160 mm (- 28%) |
| RCP4.5 | -123 mm (- 22%) | -180 mm (- 32%) | -286 mm (- 51%) |
| RCP8.5 | -138 mm (- 25%) | -296 mm (- 53%) | -554 mm (- 98%) |

Figure 243: médiane de la baisse de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} avril par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Avec le RCP2.6, la baisse de l'équivalent en eau **se stabilise** entre 25 et 30 %. Avec les 2 autres RCP, cette **baisse** augmente au fil des années pour atteindre en fin de siècle environ 50 % avec le scénario RCP4.5. Avec le scénario de fortes émissions et à l'horizon 2081-2100, le réservoir d'eau au printemps (fonte nivale) pourrait être **anecdotique** (9 mm).

3.10.2 Au 1^{er} mai

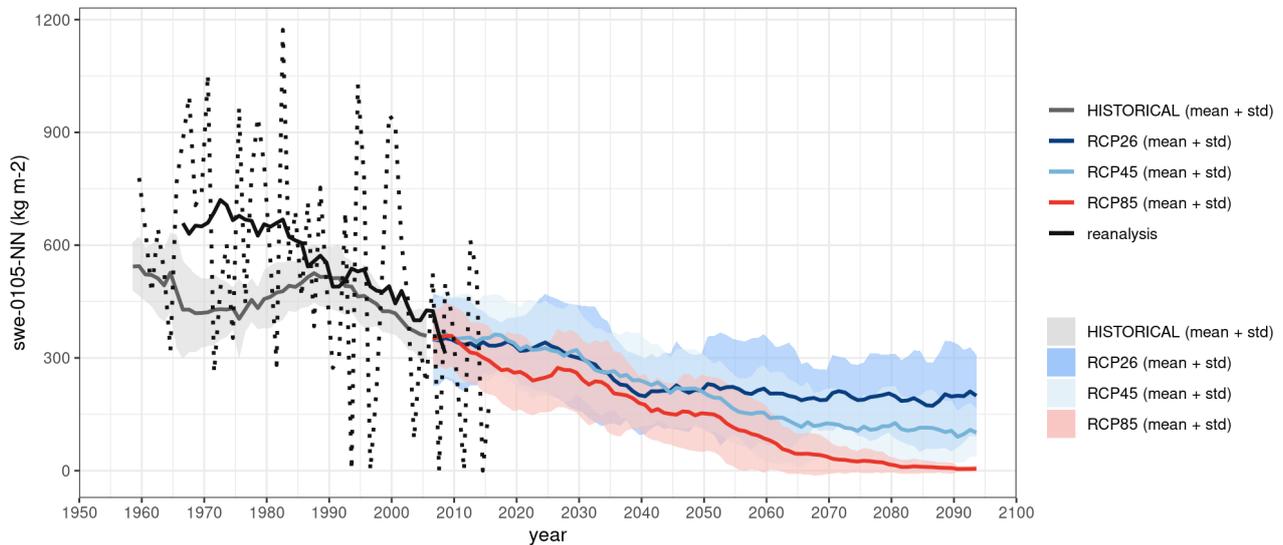


Figure 244: évolution temporelle de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} mai pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

L'équivalent en eau au 1^{er} mai va **baisser** durant le siècle. Les différences sont faibles à l'horizon proche, elles apparaissent dans la deuxième moitié du siècle :

- RCP2.6 : la baisse se stabilise jusqu'à la fin du siècle
- RCP4.5 : baisse jusqu'à la fin du siècle
- RCP8.5 : baisse plus marquée jusqu'à la fin du siècle (tend vers 0)

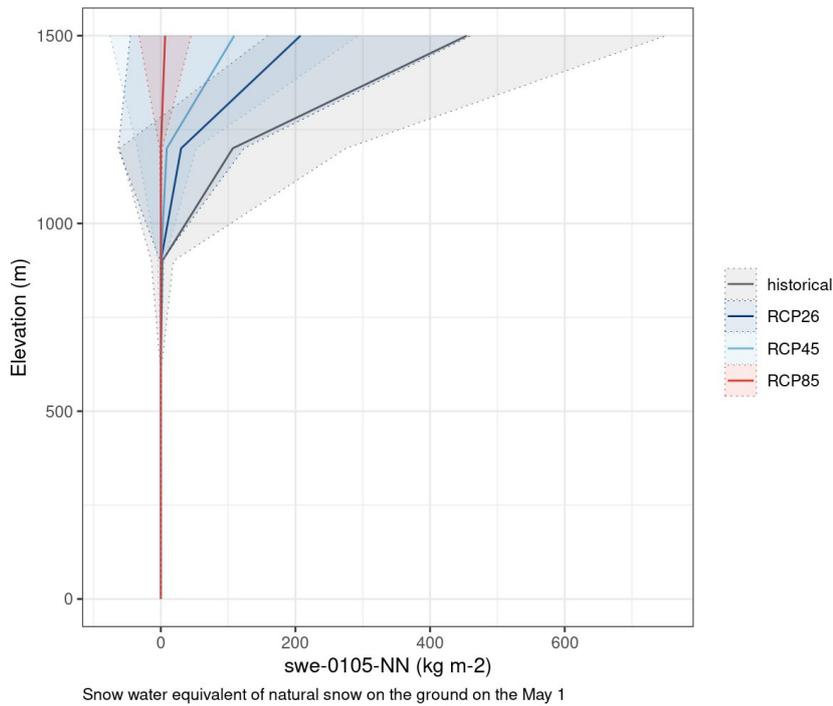


Figure 245: *équivalent en eau en mm du manteau neigeux au 1^{er} mai (médiane et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500m), horizon 2081-2100, pour les 3 scénarios RCPs*

La figure ci-dessus nous montre que cet indicateur n'est pertinent qu'à partir de 1500 m.

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

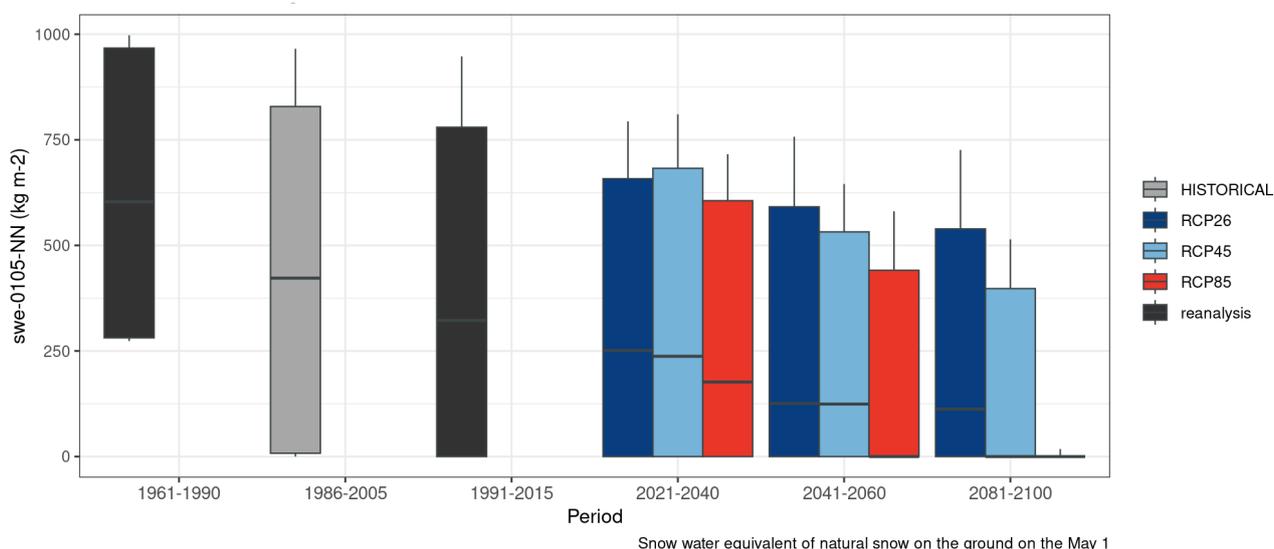


Figure 246: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel au 1^{er} mai par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Sur la période 1986-2005, suivant la durée des saisons il y a une grande **variabilité** inter-annuelle. Le plus souvent au 1^{er} mai, l'équivalent en eau est égal à 423 mm, 0 mm pour les années sans neige à cette date et 966 mm pour les années avec enneigement conséquent. A la fin du siècle et avec le RCP8.5, le potentiel de fonte nivale au 1^{er} mai est nul.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Historique | 423 mm [0 mm ; 966 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 251 mm [0 mm ; 794 mm] | 126 mm [0 mm ; 757 mm] | 112 mm [0 mm ; 726 mm] |
| RCP4.5 | | 237 mm [0 mm ; 810 mm] | 124 mm [0 mm ; 645 mm] | 0 mm [0 mm ; 514 mm] |
| RCP8.5 | | 176 mm [0 mm ; 716 mm] | 0 mm [0 mm ; 581 mm] | 0 mm [0 mm ; 18 mm] |

Figure 247: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} mai (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique - territoire des Hautes-Vosges à 1500m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| RCP2.6 | -171 mm (- 41%) | -297 mm (- 70%) | -310 mm (- 73%) |
| RCP4.5 | -185 mm (- 44%) | -298 mm (- 71%) | -423 mm (- 100%) |
| RCP8.5 | -246 mm (- 58%) | -422 mm (- 100%) | -423 mm (- 100%) |

Figure 248: médiane de la baisse de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} mai par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Avec le RCP2.6, la baisse de l'équivalent en eau du manteau neigeux au 1^{er} mai **plafonne** en milieu de siècle à moins 70 %. Avec le RCP4.5 à l'horizon 2081-2100, une année sur 2 connaîtra un potentiel de fonte nivale nul au 1er mai. Avec le scénario de fortes émissions, cette constatation peut-être faite dès l'horizon de milieu de siècle.

3.10.3 Maximum annuel

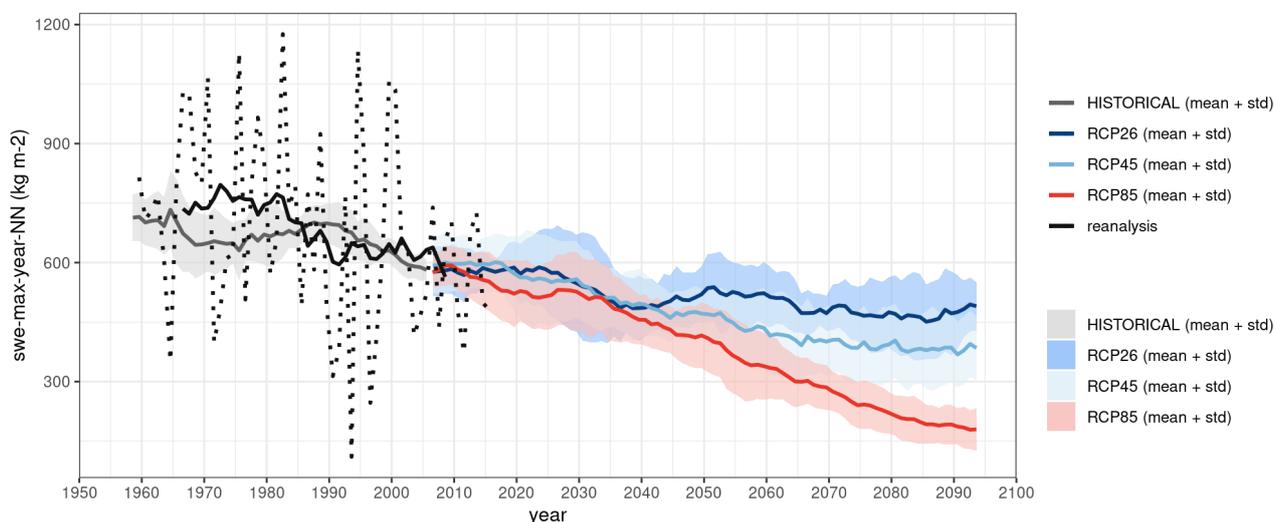


Figure 249: évolution temporelle du maximum de l'équivalent en eau du manteau neigeux pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500m

Le maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel va **baisser** au cours du siècle. A l'horizon proche, il y a peu de différences suivant les scénarios, elles apparaissent en deuxième partie de siècle :

- RCP2.6 : la baisse se stabilise jusqu'à la fin du siècle
- RCP4.5 : la baisse continue jusqu'à la fin du siècle
- RCP8.5 : la baisse est plus marquée jusqu'à la fin du siècle

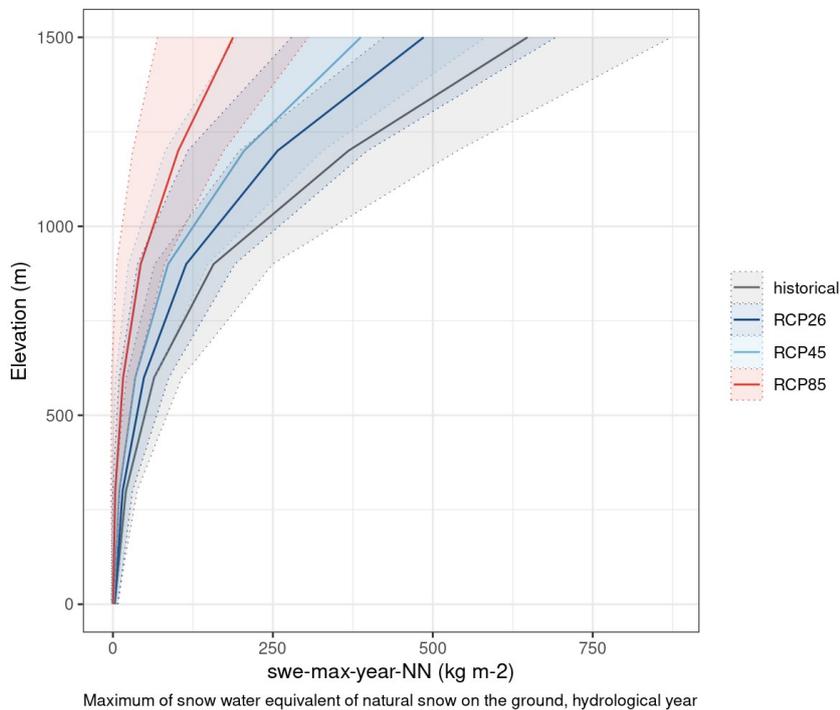


Figure 250: *maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (médiane et quantiles 10 et 90) pour le territoire des Hautes-Vosges en fonction de l'altitude (entre 0 m et 1500 m), horizon 2081-2100, 3 scénarios RCPs*

En termes de pourcentages, la baisse est à peu près homogène sur la verticale (écart à la médiane croissant en fonction de la valeur de celle-ci). Nous étudierons cet indicateur à partir de **900 m**.

Altitudes moyennes

Ballon-Alsace

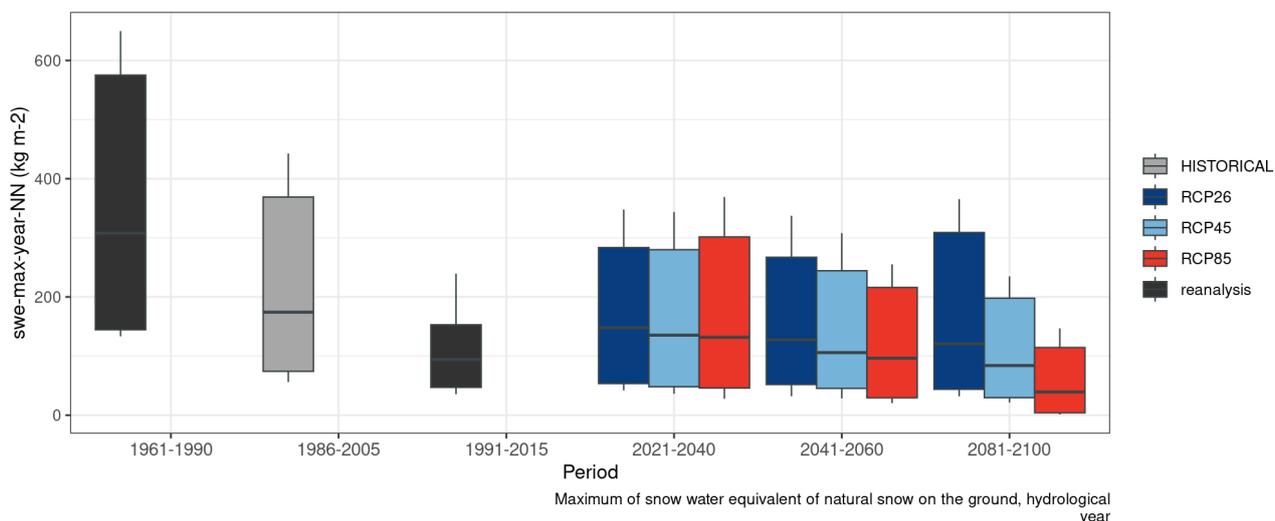


Figure 251: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 900 m

Sur la période historique à 900 m, la médiane du maximum de l'équivalent en eau du manteau neigeux est de **174 mm**. La variabilité inter-annuelle présente une borne inférieure à 56 mm et une borne supérieure à 443 mm. Dans les projections climatiques, il y aura toujours la possibilité d'avoir parfois des années avec un maximum d'équivalent en eau important mais leur fréquence et leur intensité vont baisser.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Historique | 174 mm [56 mm ; 443 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 148 mm [42 mm; 348 mm] | 127 mm [32 mm ; 337 mm] | 121 mm [32 mm ; 365 mm] |
| RCP4.5 | | 135 mm [36 mm ; 344 mm] | 106 mm [28 mm; 308 mm] | 84 mm [21 mm ; 235 mm] |
| RCP8.5 | | 132 mm [28 mm; 369 mm] | 96 mm [20 mm; 255 mm] | 39 mm [1 mm; 147 mm] |

Figure 252: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|-----------------|
| RCP2.6 | -26 mm (- 15%) | -47 mm (- 27%) | -53 mm (- 31%) |
| RCP4.5 | -39 mm (- 22%) | -68 mm (- 39%) | -90 mm (- 52%) |
| RCP8.5 | -43 mm (- 24%) | -78 mm (- 45%) | -135 mm (- 77%) |

Figure 253: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 900 m

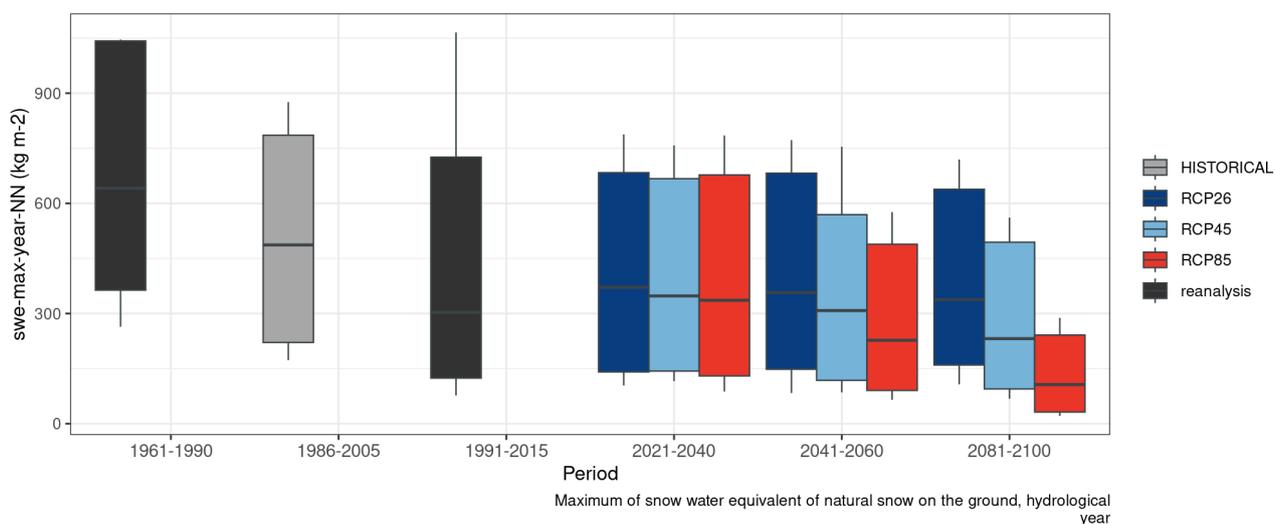


Figure 254: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

A 1200 m, la valeur médiane du maximum annuel de l'équivalent en eau est **487 mm** [173 mm ; 876 mm]

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Historique | 487 mm [173 mm ; 876 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 371 mm [104 mm ; 788 mm] | 357 mm [83 mm ; 772 mm] | 338 mm [107 mm ; 720 mm] |
| RCP4.5 | | 348 mm [116 mm ; 758 mm] | 308 mm [85 mm ; 754 mm] | 232 mm [68 mm ; 561 mm] |
| RCP8.5 | | 336 mm [87 mm ; 785 mm] | 227 mm [65 mm ; 576 mm] | 106 mm [21 mm ; 288 mm] |

Figure 255: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| RCP2.6 | -115 mm (- 24%) | -130 mm (- 27%) | -149 mm (- 31%) |
| RCP4.5 | -139 mm (- 29%) | -179 mm (- 37%) | -255 mm (- 52%) |
| RCP8.5 | -151 mm (- 31%) | -260 mm (- 53%) | -380 mm (- 78%) |

Figure 256: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Ballon-Alsace à 1200 m

Avec le RCP2.6 pour les 2 altitudes, la baisse se stabilise à environ **-30 %** en milieu de siècle. Avec le RCP4.5 pour les 2 altitudes, le maximum annuel de l'équivalent en eau pourrait être **divisé par 2** à l'horizon 2081-2100, la diminution est d'environ **-80 %** avec le RCP8.5 à cette même échéance.

Schirmeck

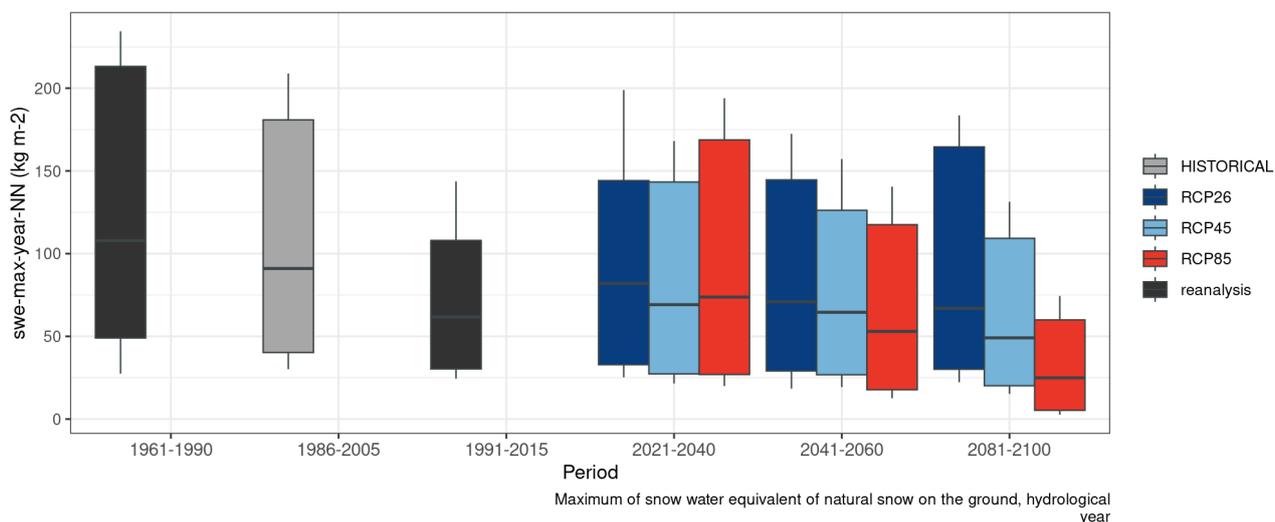


Figure 257: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 900 m

Sur la période historique à 900 m, le maximum annuel de l'équivalent en eau le plus fréquent est de **91 mm**, 30 mm pour les années les moins fastes et 181 mm pour les années où le stock de fonte nivale est important.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Historique | 91 mm [30 mm ; 181 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 82 mm [25 mm; 199 mm] | 71 mm [18 mm ; 172 mm] | 67 mm [22 mm ; 184 mm] |
| RCP4.5 | | 69 mm [22 mm ; 168 mm] | 65 mm [19 mm; 157 mm] | 49 mm [15 mm ; 131 mm] |
| RCP8.5 | | 74 mm [20 mm; 194 mm] | 53 mm [13 mm; 140 mm] | 25 mm [3 mm; 74 mm] |

Figure 258: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | -9 mm (- 10%) | -20 mm (- 22%) | -24 mm (- 26%) |
| RCP4.5 | -22 mm (- 24%) | -26 mm (- 29%) | -42 mm (- 46%) |
| RCP8.5 | -17 mm (- 19%) | -38 mm (- 42%) | -66 mm (- 73%) |

Figure 259: Médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 900 m

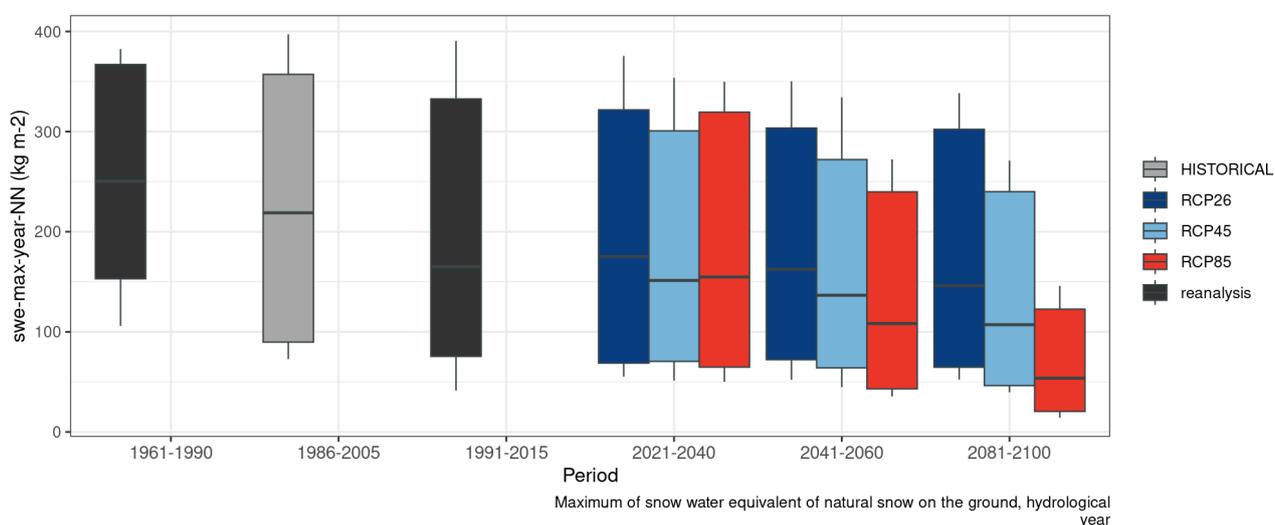


Figure 260: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire de Schirmeck à 1200 m

A 1200 m, la valeur médiane du maximum annuel de l'équivalent en eau est **219 mm** [73 mm ; 397 mm]

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Historique | 219 [73 mm ; 397 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 175 mm [55 mm; 376 mm] | 163 mm [52 mm ; 350 mm] | 146 mm [52 mm ; 338 mm] |
| RCP4.5 | | 151 mm [51 mm ; 354 mm] | 137 mm [45 mm; 334 mm] | 107 mm [40 mm ; 271 mm] |
| RCP8.5 | | 155 mm [50 mm; 350 mm] | 108 mm [35 mm; 272 mm] | 54 mm [14 mm; 146 mm] |

Figure 261: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire de Schirmeck à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | -44 mm (- 20%) | -56 mm (- 26%) | -73 mm (- 33%) |
| RCP4.5 | -68 mm (- 31%) | -82 mm (- 38%) | -112 mm (-51%) |
| RCP8.5 | -64 mm (- 29%) | -111 mm (-50%) | -165 mm (-75%) |

Figure 262: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire de Schirmeck à 1200 m

A l'horizon moyen suivant les scénarios, à 900 m la baisse est comprise entre **-20 % et -40 %** (jusqu'à **-50 %** à 1200 m avec le RCP8.5). En fin de siècle avec les 2 RCP4.5 et 8.5, la baisse serait comprise entre **-50 % et -75 %** pour les 2 altitudes.

Hautes-Vosges

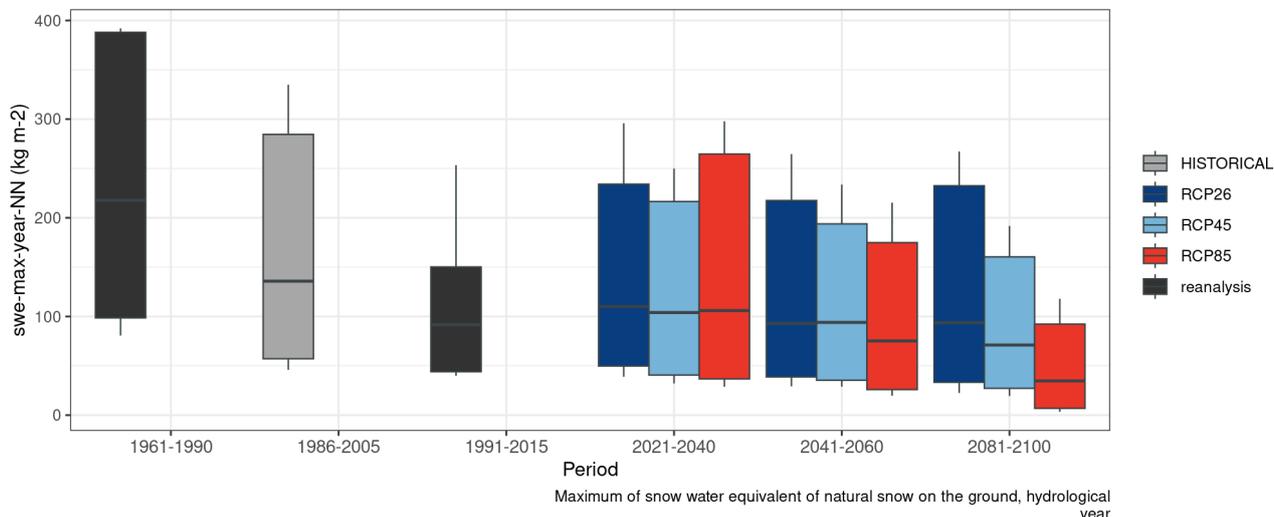


Figure 263: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 900 m

Sur la période 1986-2005 à 900 m, la valeur médiane est égale à **136 mm**, 46 mm pour la valeur la plus basse et 335 mm pour la plus élevée.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Historique | 136 mm [46 mm ; 335 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 110 mm [39 mm; 296 mm] | 93 mm [29 mm ; 265 mm] | 94 mm [22 mm ; 267 mm] |
| RCP4.5 | | 104 mm [32 mm ; 250 mm] | 94 mm [29 mm; 234 mm] | 71 mm [19 mm ; 192 mm] |
| RCP8.5 | | 106 mm [29 mm; 298 mm] | 75 mm [20 mm; 215 mm] | 35 mm [3 mm; 118 mm] |

Figure 264: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 900 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|----------------|----------------|------------------|
| RCP2.6 | -26 mm (- 19%) | -43 mm (- 32%) | -42 mm (- 31%) |
| RCP4.5 | -32 mm (- 23%) | -42 mm (- 31%) | - 65mm (- 48%) |
| RCP8.5 | -30 mm (- 22%) | -61 mm (- 45%) | - 101 mm (- 74%) |

Figure 265: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 900m

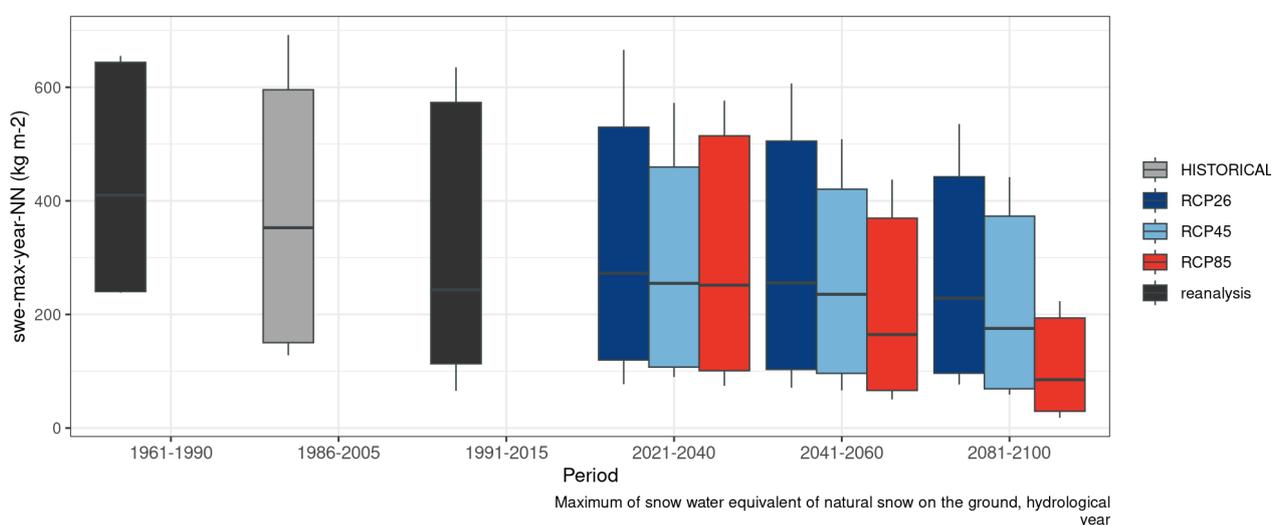


Figure 266: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par période de 20 ans en climat futur pour le territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

Sur la période 1986-2005 à 1200 m, la valeur médiane est égale à **353 mm**, 128 mm pour la valeur la plus basse et 692 mm pour la plus élevée.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Historique | 353 mm [128 mm ; 692 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 273 mm [77 mm; 666 mm] | 256 mm [71 mm ; 607 mm] | 229 mm [77 mm ; 535 mm] |
| RCP4.5 | | 255 mm [90 mm ; 573 mm] | 235 mm [66 mm; 508 mm] | 175 mm [59 mm ; 442 mm] |
| RCP8.5 | | 252 mm [74 mm; 576 mm] | 165 mm [51 mm; 437 mm] | 85 mm [18 mm; 223 mm] |

Figure 267: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1200 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | -80 mm (- 23%) | -97 mm (-28%) | -124 mm (-35%) |
| RCP4.5 | -98 mm (- 28%) | -117 mm (-33%) | -177 mm (-50%) |
| RCP8.5 | -101 mm (- 29%) | -188 mm (-53%) | -268 mm (-76%) |

Figure 268: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005- territoire des Hautes-Vosges à 1200m

Tous les scénarios s'accordent sur la baisse du maximum de l'équivalent en eau durant le siècle. A l'horizon proche suivant les scénarios et pour les 2 altitudes, la baisse est d'environ **-20 % à -30 %**, puis de **-30 à -50 %** à l'horizon moyen. En fin de siècle, la baisse pourrait être importante à ces 2 altitudes, elle s'échelonne de **-50 à -75 %** respectivement avec le RCP4.5 et le RCP8.5.

Altitudes élevées

Hautes-Vosges

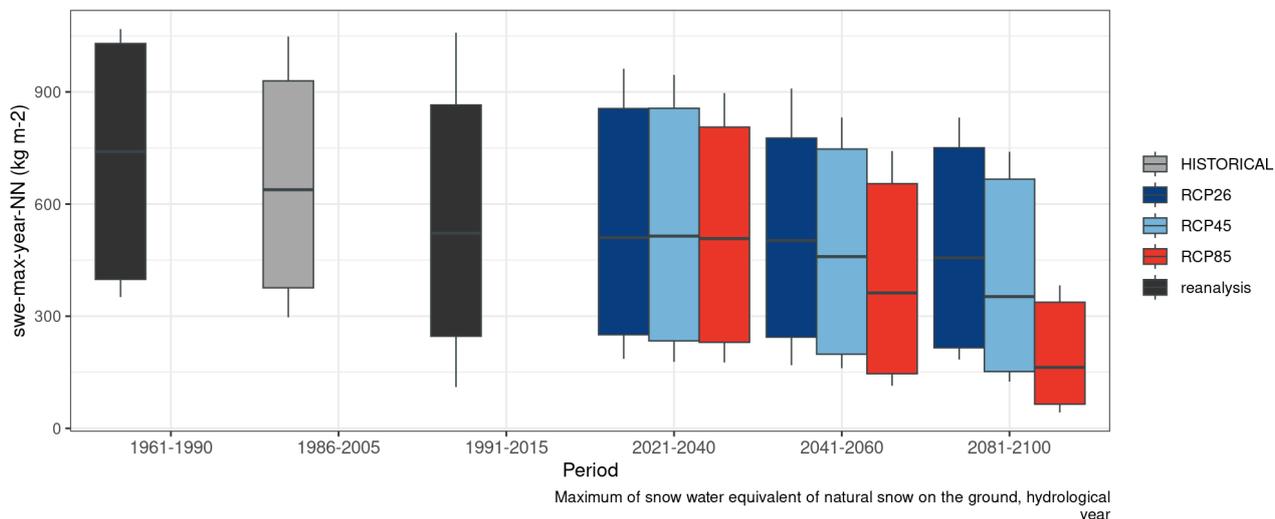


Figure 269: évolution (Q5 Q10 médiane Q90 Q95) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) pour le territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Sur la période historique, la variabilité inter-annuelle est importante avec en valeur médiane un maximum d'équivalent en eau égal à 638 mm, une valeur basse à 297 mm et une valeur haute à 1048 mm. En projections futures, il y aura toujours des saisons avec un fort potentiel de fonte nivale mais leur fréquence et intensité vont diminuer. Nous remarquons qu'à l'horizon 2081-2100 avec le RCP8.5, le maximum simulé se rapproche du minimum sur la période historique 1986-2005.

| Expérience | 1986-2005 | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Historique | 638 mm [297 mm ; 1048 mm] | | | |
| RCP2.6 | | 510 mm [186 mm; 962 mm] | 503 mm [169 mm ; 909 mm] | 456 mm [184 mm ; 831 mm] |
| RCP4.5 | | 514 mm [178 mm ; 945 mm] | 459 mm [161 mm; 832 mm] | 352 mm [125 mm ; 740 mm] |
| RCP8.5 | | 508 mm [176 mm; 897 mm] | 362 mm [114 mm; 742 mm] | 163 mm [43 mm; 383 mm] |

Figure 270: valeurs (médiane [Q5 - Q95]) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux (mm) - 3 horizons temporels et 3 RCP, et historique- territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

| Expérience | 2021-2040 | 2041-2060 | 2081-2100 |
|------------|-----------------|----------------|----------------|
| RCP2.6 | - 128 mm (-20%) | -136 mm (-21%) | -182 mm (-29%) |
| RCP4.5 | -124 mm (-19%) | -179 mm (-28%) | -286 mm (-45%) |
| RCP8.5 | -131 mm (-20%) | -276 mm (-43%) | -475 mm (-74%) |

Figure 271: médiane de la baisse du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux par rapport à la période historique 1986-2005 - territoire des Hautes-Vosges à 1500 m

Rapidement à l'horizon proche, la **baisse** du maximum d'équivalent en eau du manteau neigeux naturel est de 20 %. Cette baisse se stabilise avec le RCP2.6 au cours du siècle. Avec les 2 autres RCP à l'horizon lointain, la réduction du maximum est de moitié pour le scénario RCP4.5, de trois-quart pour le RCP8.5.

3.10.4 Conclusion partielle

L'équivalent en eau du manteau neigeux naturel va **baisser** au cours du 21ème siècle. La diminution pourra être de **moitié** voire de **trois-quart** en fin de siècle. Il y aura toujours une **variabilité** inter-annuelle permettant des « meilleures » années cependant leur fréquence et intensité seront **réduites**. En conséquence de cette baisse l'apport en eau par fonte de la neige est plus faible.

| territoire | 900 m | 1200 m | 1500 m |
|---------------|-------|--------|--------|
| Hautes-Vosges | -48 % | -50 % | -45 % |
| Ballon-Alsace | -52 % | -52 % | x |
| Schirmeck | -46 % | -51 % | x |

Figure 272: médiane des changements (par territoire et par altitude) du maximum annuel de l'équivalent en eau du manteau neigeux naturel par rapport à la période historique 1986-2005 – RCP4.5, horizon 2081-2100

3.11 Précipitations extrêmes quotidiennes

3.11.1 Hauteur précipitations extrêmes quotidiennes

Les précipitations extrêmes quotidiennes correspondent au 99ème centile (Q99). En terme de fréquence, elles se produisent 1 jour sur 100 soit **3 à 4 fois** par an.

La valeur médiane sur le territoire des Vosges est de l'ordre de **40 mm**.

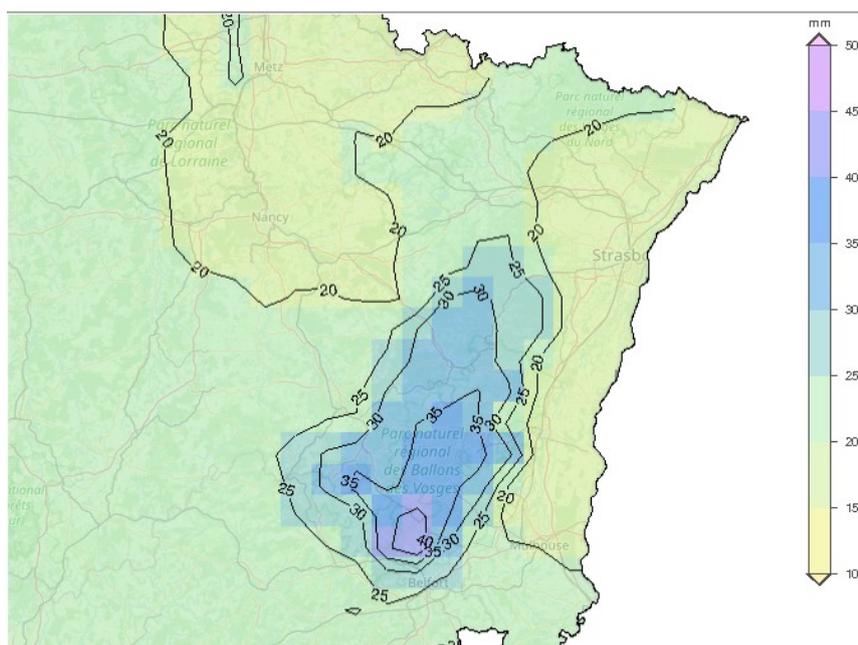


Figure 273: médiane (Q50) en mm des précipitations extrêmes quotidiennes sur la période 1976-2005

Globalement, on note une très légère évolution à la hausse des précipitations extrêmes au cours du 21ème siècle sur la zone d'étude.

3 Résultats

3.11 Précipitations extrêmes quotidiennes

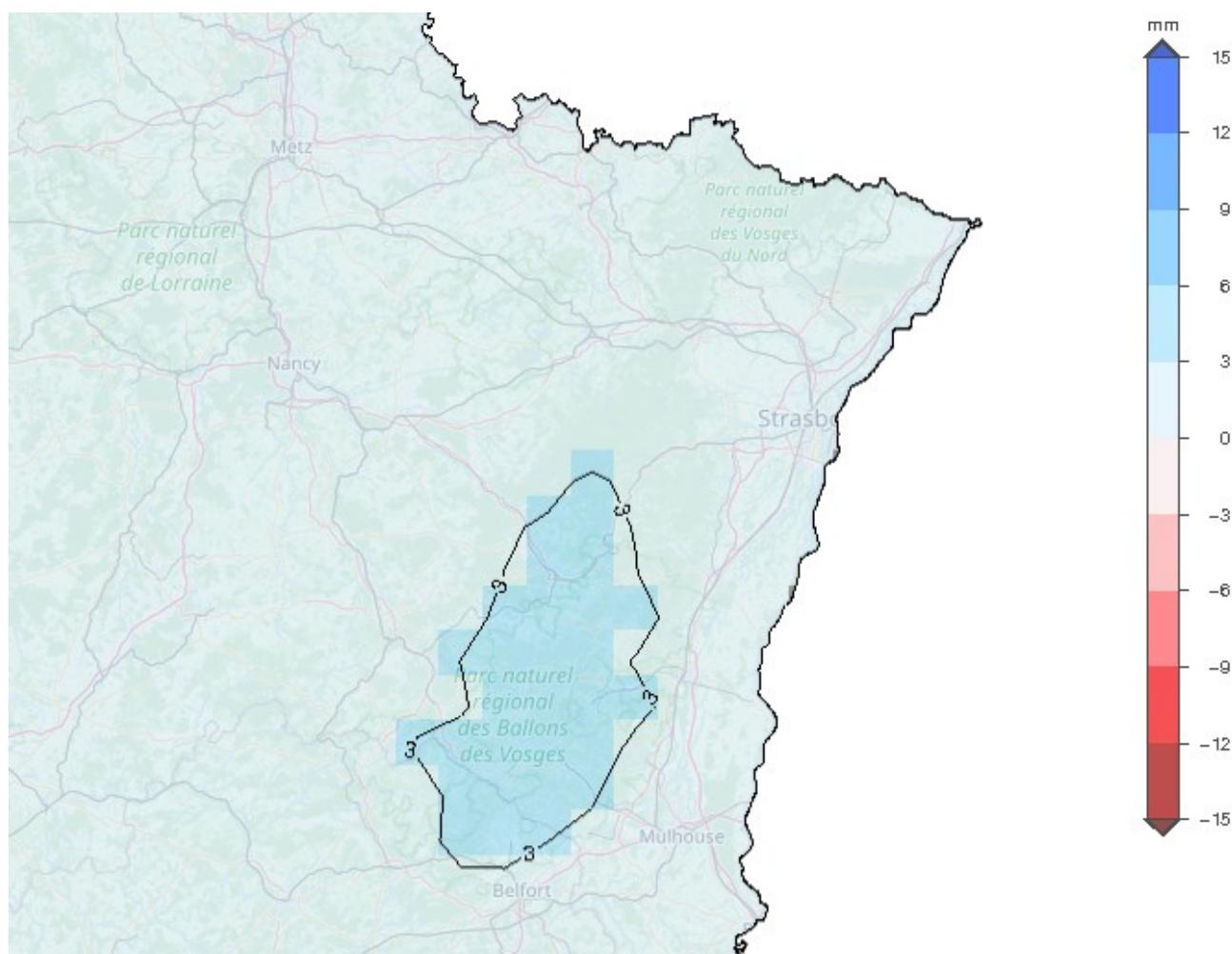


Figure 274: médiane (Q50) en mm de l'écart en mm des précipitations extrêmes quotidiennes sur la période 2041-2070 avec le scénario médian RCP4.5 par rapport à la période 1976-2005

Une augmentation de **3 à 4 mm est prévue par les modèles** à l'horizon moyen et avec le RCP4.5 soit environ +10 %, ce changement qui semble peu **significatif** par rapport la période historique est toutefois cohérent avec la hausse attendue des pluies extrêmes avec le réchauffement (+7 % par degré supplémentaire).

3.11.2 Nombre de jours avec précipitations extrêmes

La fréquence d'apparition est calculée sur la période historique donc par construction il y a environ 3,6 jours (1 occurrence tous les 100 jours) par an (arrondi à **4 jours** sur la période 1976-2005).

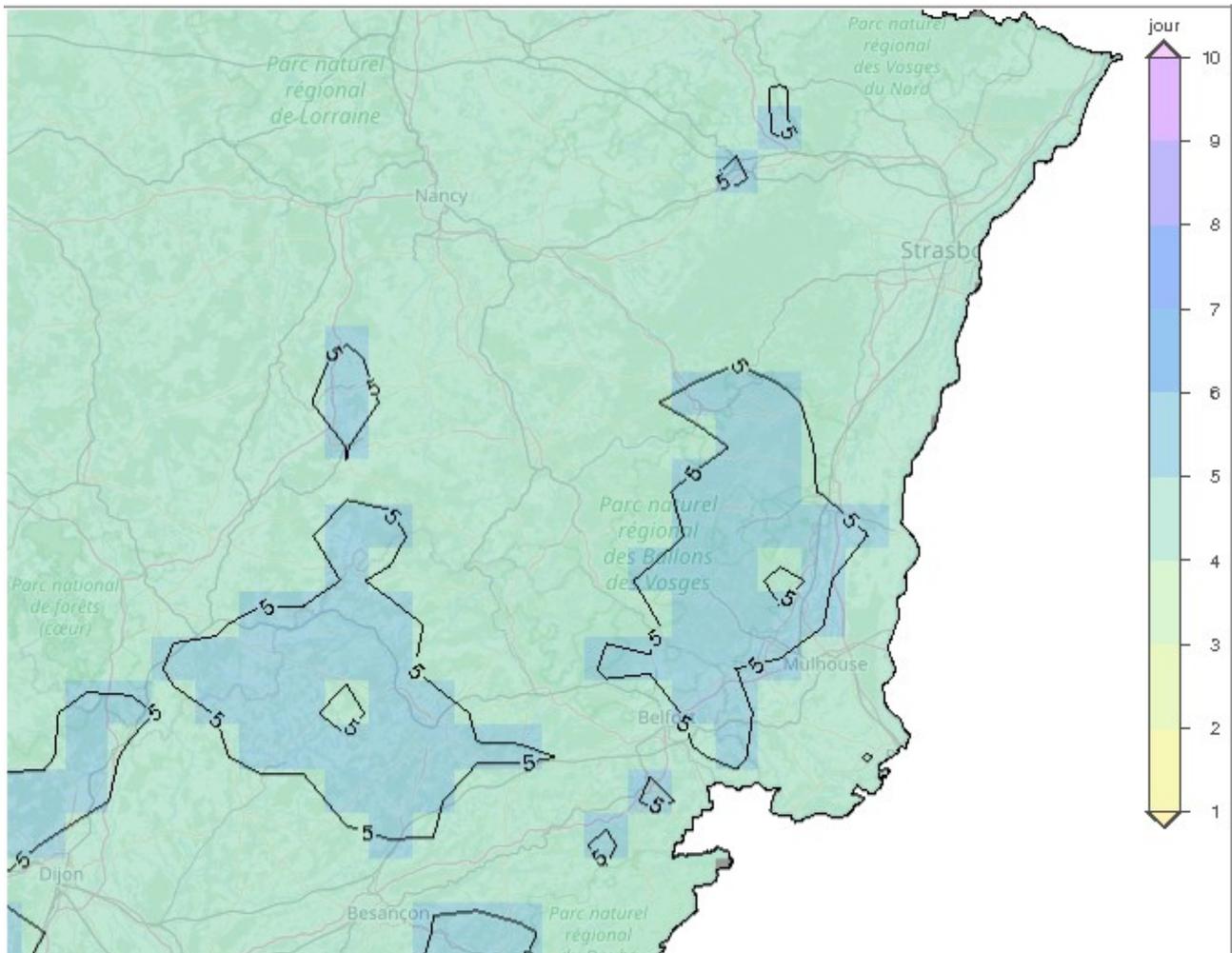


Figure 275: médiane (Q50) du nombre de jours avec précipitations extrêmes quotidiennes sur la période 2041-2070 avec le scénario médian RCP4.5

Nous remarquons peu d'évolution du nombre de jours avec précipitations extrêmes sur le territoire des Vosges, **5 jours** (contre 4 sur la période historique) avec le scénario RCP4.5 à l'horizon moyen.

3.11.3 Conclusion partielle

Il est attendu une légère hausse des précipitations extrêmes quotidiennes sur le territoire des Vosges au cours du 21^{ème} siècle en cohérence avec la hausse attendue des pluies extrêmes avec le réchauffement..

Le tableau ci-dessous montre l'évolution en mm de la médiane de la hauteur des précipitations extrêmes au cours du siècle avec les différents scénarios d'émissions. Les valeurs entre crochets correspondent à la borne inférieure (Q5) et supérieure de cet écart (Q95).

| Expérience | 2021-2050 | 2041-2070 | 2071-2100 |
|------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| RCP2.6 | +3 mm [0 mm;4 mm] | +3 mm [0,5mm;5 mm] | +3 mm [1 mm;4,5 mm] |
| RCP4.5 | +3 mm [1 mm;7 mm] | +3 mm [1,5 mm;6 mm] | +3 mm [2,5 mm;6 mm] |
| RCP8.5 | +3 mm [1,5;6 mm] | +3 à +6 mm [2;9 mm] | +6 mm [4;13 mm] |

Le tableau ci-dessous montre l'évolution du nombre de jours avec précipitations extrêmes aux différents horizons et pour l'ensemble des RCPs.

4 Conclusion

La hausse de la température hivernale durant le siècle à venir aura des conséquences sur l'enneigement du territoire des Vosges. Cette **hausse** pourrait atteindre **4°C** à la fin du siècle avec le RCP8.5 changeant considérablement les conditions d'enneigement.

Sur les précipitations hivernales, il y a une légère tendance à la **hausse** (entre +15 et +20 % à l'horizon 2081-2100) surtout à basse et moyenne altitude (en dessous de 900 m). Cette légère augmentation est toutefois à moduler par une incertitude forte entre les modèles. En revanche, en lien avec le réchauffement, les précipitations neigeuses **diminuent** notamment en dessous de 900 m. Cette baisse se confirme tout au long du siècle et les précipitations neigeuses pourraient être **divisées par 2** (par 3 sur Ballon-Alsace à 900 m) à l'horizon 2090 avec le scénario RCP8.5. Par conséquence avec la hausse des précipitations hivernales, il y aura davantage de précipitations sous forme de **pluie** que de neige notamment à basse et moyenne altitudes.

Même si la variabilité inter-annuelle pourra offrir dans l'avenir quelques saisons bien enneigées, leur fréquence et leur intensité vont fortement **diminuer** notamment à basses et moyennes altitudes. En fin de siècle et avec le scénario le plus pessimiste, les conditions neigeuses (hauteur moyenne de neige naturelle) à 1500 m ressembleraient aux conditions à 900 m sur la période 1986-2005. La neige tiendra **moins longtemps** au sol avec notamment un début de saison (neige > 30 cm ou 5 cm) plus **tardif** et une fin de saison plus **précoce**. La date de fin de saison se décale le plus dans le temps à cause de l'arrivée d'une douceur précoce en fin d'hiver.

L'équivalent en eau du manteau neigeux naturel (eau disponible pour la fonte nivale au printemps) va **diminuer** au cours du siècle. La diminution pourra être de **moitié** voire de **trois-quart** en fin de siècle (scénario RCP4.5 et RCP8.5). En conséquence, il y aura moins d'apport d'eau par fonte de la neige aux cours d'eau et moins de réserve d'eau pour l'agriculture et notamment pour l'élevage.

Le tableau suivant synthétise de façon générale les conséquences du changement climatique sur les indicateurs.

| | |
|--|------------------------------------|
| Température hivernale | hausse |
| Précipitations hivernales | légère hausse (+ en dessous 900 m) |
| Précipitations neigeuses | baisse (+ en dessous de 900 m) |
| Précipitations extrêmes | stable |
| Neige au sol | baisse (+ en dessous de 900 m) |
| Durée de la saison | baisse (surtout fin plus précoce) |
| Équivalent en eau du manteau neigeux naturel | baisse |

FIN DE DOCUMENT
