

Klimawandel am Oberrhein: Dossier Winterniederschlag und Hochwassergefahr

NILS RIACH*, NICOLAS SCHOLZE*, RÜDIGER GLASER*, SOPHIE ROY** & BORIS STERN†

*Physische Geographie, Universität Freiburg i. Br.

**Météo-France, Illkirch

†GeoRhena, Département du Haut-Rhin, Colmar

Juni 2019

Vorbemerkungen:

1. Das vorliegende Dossier besteht aus 4 Karten zur klimatischen Entwicklung der Trinationalen Metropolregion Oberrhein und einem Begleittext. Das Kartenset beinhaltet 2 Karten zur Entwicklung der Winterniederschläge in der nahen Zukunft (2021-2050) und 2 Karten zur fernen Zukunft (2071-2100). Für beide Zeithorizonte liegt zudem je eine Karte für ein moderates (RCP4.5) und ein starkes (RCP8.5) Klimawandel-Szenario vor.
2. Der Begleittext dient als Interpretationshilfe für die Klimakarten. Er enthält eine Tabelle mit Referenzwerten an verschiedenen Messstationen, mit deren Hilfe die Stärke des klimatischen Änderungssignals besser eingeschätzt werden kann. Außerdem werden die Hauptaussagen der Karten in dem Abschnitt „Zukünftige Entwicklung“ gebündelt dargestellt.
3. Die Auflösung der Gitterzellen in den Klimakarten beträgt ca. 18km. Der angegebene Wert entspricht dem Mittelwert der gesamten Zellenfläche. Gerade bei großen Höhenunterschieden innerhalb einer Zelle kann es daher zu Abweichungen der lokalen Verhältnisse kommen.
4. Die Karten wurden auf Grundlage eines Modellensembles aus 16 Klimamodellen erstellt. Sie entstammen der [EURO-CORDEX-Initiative](#) und wurden dem Projekt Clim'Ability freundlicherweise vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt. Bearbeitungsstand der Modellsimulationen ist November 2016.

Unter **Winterniederschlag** versteht man den gesamten Niederschlag der Monate Dezember, Januar und Februar. In die Summe fließen alle Formen des Niederschlags ein, d.h. Regen, Schnee, Nebel, Hagel, Graupel, etc.

Die Tabelle zeigt zunächst die **große Spannbreite der Winterniederschläge** in der Region. Generell sind diese in den Mittelgebirgen sehr viel höher als in der Rheinebene. So verzeichnet die Wetterstation auf der Hornisgrinde im Nordschwarzwald mehr als 5 Mal so viel Winterniederschlag wie Karlsruhe-Rheinstetten. Dies liegt an den generell mit der Höhe zunehmenden Niederschlägen. Zudem bestehen jahreszeitliche Unterschiede in Bezug auf die Niederschlagsmaxima. Während das Maximum in der Rheinebene in die Sommermonate fällt, sind die Niederschläge in den Höhenlagen ganzjährig hoch, mit zwei leicht

TABELLE: Langjährige Mittelwerte des Winterniederschlags an verschiedenen Stationen in der Oberrheinregion¹

Ort	Niederschlag / mm	Periode	Höhe über NN in m
Karlsruhe-Rheinstetten	92,9	1971-1985	112
Straßburg-Entzheim	111	1971-2000	150
Freiburg	180,6	1971-2000	236
Basel-Binningen	154	1961-1990	316
Wangenbourg*	321	1990-2010	465
Weinbiet / Pfälzer Wald	133,3	1971-2000	553
Hornisgrinde	501,1	1971-2000	1.119
Feldberg / Schwarzwald	445,3	1971-2000	1.490

* Die Station Wangenbourg wurde erst im Mai 1990 eingerichtet.

ausgeprägten Spitzen im Frühwinter (November bis Januar) und abgeschwächt im Frühsommer (Mai bis Juli). Die übrigen Monate sind etwas niederschlagsärmer, insbesondere der September.²

Für die regional unterschiedlichen Niederschlagshöhen sind außerdem Luv-Lee-Effekte bedeutsam. Auf Grund der in unseren Breiten vorherrschenden Westlagen regnen sich Niederschläge meist in Staulagen an der Westseite von Gebirgen ab, während die östlich gelegenen Gebiete trockener bleiben. Das erklärt, warum die Gebiete in der Rheinebene unmittelbar östlich der Vogesen wie z. B. Straßburg-Entzheim geringere Niederschläge aufweisen als etwa Freiburg am Schwarzwaldwestrand, wo es bereits zu Stauniederschlägen kommt. Der niedrige Wert von Weinbiet resultiert ebenfalls aus seiner Leelage innerhalb des Pfälzer Waldes und steht im Kontrast zum hohen Wert von Wangenbourg, welches durch seine Luvlage in den Vogesen hohe Niederschläge erhält. Gleichzeitig führt die geringere Höhe der Zabener Senke am Übergang von den Vogesen zum Pfälzerwald dazu, dass der Nordschwarzwald höhere Niederschlagswerte erreicht als der Südschwarzwald.

Winterniederschlag und Hochwassergefahr

Winterniederschläge sind im Oberrheingebiet ein wichtiger Faktor für die Entstehung von **Hochwasser**. Zwar können Hochwasserereignisse das ganze Jahr über auftreten, jedoch liegt insbesondere bei den **Rhein-Nebenflüssen** aus Schwarzwald und Vogesen der Schwerpunkt auf winterlichen Hochwasserereignissen.

Ursache für winterliche Hochwasserereignisse ist meist eine Kombination aus Schneeschmelze infolge eines plötzlichen Temperaturanstiegs und zeitgleich ergiebigen Regenfällen. In den wassergesättigten Boden kann weder Schmelz- noch Niederschlagswasser versickern und es kommt zu stark erhöhten Abflussmengen. Insgesamt werden zwischen 35 und 50% der Hochwasser an den Nebenflüssen des Rheins durch derartige Regen-auf-Schnee-Ereignisse ausgelöst.³ Daneben gibt es Hochwasserereignisse, die primär durch winterlichen Dauerregen verursacht werden. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass mehr als die Hälfte aller Hochwasser der Schwarzwald- und Vogesenflüsse in den Wintermonaten auftreten. Durch die prognostizierte Erhöhung der Winterniederschläge wird

dieser Anteil in Zukunft noch steigen. Ein Indiz dafür ist, dass kleinere Hochwasser in den Wintermonaten in den südlichen Flussgebieten Baden-Württembergs seit den siebziger Jahren bereits zugenommen haben.⁴ Eine weitere Hochwasserursache bilden auf den Gewässern treibende Eisschollen, die sich z. B. an Brücken verkeilen und so das Wasser im Fluss aufstauen können. Dieser Eisgang spielt auf Grund zunehmend milderer Winter jedoch eine immer geringere Rolle, da es immer seltener zum Zufrieren von Flüssen kommt.

Der (**Ober-)Rhein** als größter und namensgebender Fluss der Region bildet dagegen einen **Sonderfall** in Bezug auf die Hochwassergefahr. Zum einen liegt sein Maximum der Hochwasserwahrscheinlichkeit nicht im Winter, sondern im **Frühsommer**, wenn die Schneeschmelze in den Alpen mit starken Niederschlägen im Voralpenraum zusammenfällt. Niederschläge in Schwarzwald und Vogesen können die Situation noch weiter verschärfen. Die Hochwassergefahr für den Oberrhein kann also durch den Winterniederschlag allein nicht umfassend abgebildet werden. Zum anderen sind die Rheinanlieger am südlichen Oberrhein zwischen Basel und Iffezheim durch die **Flussregulierung** mittels Staustufen und den Rheinseitenkanal vor Hochwassern bis zu 1.000-jähriger Wiederkehrzeit geschützt. Nördlich von Iffezheim bis Speyer besteht durch die dortigen Dämme heute hingegen nur noch ein Schutz gegen Hochwasser, wie sie sich statistisch ca. alle 120 Jahre auftreten.⁵ Der Schutz für die Anlieger des nördlichen Oberrheins wird sich in den nächsten Jahren durch die Maßnahmen des Integrierten Rheinprogramms schrittweise verbessern.

Insgesamt geht in der Trinationalen Metropolregion Oberrhein also von den kleineren Flüssen eine wesentlich größere Hochwassergefahr aus als vom Rhein selbst. Die nachfolgenden Karten können somit nur als Indikator für die winterliche Hochwassergefahr an den kleineren und mittleren Fließgewässern der Region interpretiert werden.

Zukünftige Entwicklung

Die Klimakarten zeigen, dass die Winterniederschläge in der gesamten Region **zwischen etwa 5 und 20% zunehmen** werden. Dabei gilt, dass der Winterniederschlag umso stärker zunimmt, je mehr der Klimawandel voranschreitet. So ist die prognostizierte Zunahme im starken Klimawandelszenario (RCP8.5) größer als im mittleren Szenario (RCP4.5), das gleiche gilt für die ferne Zukunft im Vergleich zur nahen Zukunft.

Die Prognosekarten zeigen auch eine regionale Differenzierung: in allen vier Karten befinden sich die höchsten Zunahmewerte im Einzugsgebiet von Hochrhein und Aare sowie in der Rheinebene, dort insbesondere westlich des Rheins. Es ist davon auszugehen, dass in diesen Gebieten die winterlichen Abflüsse steigen werden und auch mit einer **potentiell höheren Hochwassergefahr** gerechnet werden muss. Weniger stark ansteigen werden die Niederschläge in den höheren Lagen des Schwarzwalds, der Vogesen und des Schweizer Jura, wobei zu beachten ist, dass dort die Winterniederschläge bereits sehr hohe Werte erreichen (vgl. Stationen Feldberg und Hornisgrinde). Die in den Hochlagen bereits recht häufig auftretenden winterlichen Hochwasserereignisse wie zuletzt etwa in Sankt Blasien / Mensenzwand im Januar 2018 werden in Zukunft eher noch leicht zunehmen.

Höhere Niederschlagswerte in den Hochlagen bedeuten jedoch nicht, dass die Hochwassergefahr in den Tieflagen wesentlich geringer ist: Gerade während der Schneeschmelze oder niederschlagsreichen Perioden fließt ein Großteil des Wassers in den Flüssen bergab und kann somit in der Rheinebene oder den Talböden der Seitentäler für große Überschwemmungen sorgen, wie z. B. im Kinzigtal im Februar 1990 oder im Dreisamtal im Dezember 1991. Damit ist auch zukünftig zu rechnen.

Weitere Informationen:

Die für ein standortbezogenes Risikomanagement wichtigen Hochwassergefahrenkarten der Oberrheinregion sind abrufbar im Clim'Ability-Mapserver (gis.clim-ability.eu) und werden vorgehalten von:

- Baden-Württemberg: www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/hochwassergefahrenkarten
- Rheinland-Pfalz: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/8662/>
- Elsass: <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/le-risque-inondation-r6745.html>. oder www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives/
- Schweiz: Hochwasserrisiko allgemein www.hochwasserrisiko.ch/de
- Linkssammlung zu den Schweizer Kantonen: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrsituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/gefahrenkarten--intensitaetskarten-und-gefahrenhinweiskarten.html>

Literaturangaben

1. Die Werte wurden aus folgenden Quellen entnommen und z.T. aus Rohdaten berechnet:
 - für die französischen Stationen: offizielle Messwerte von Météo France, freundlicherweise zur Verfügung gestellt von S. Roy
 - für die deutschen Stationen: offizielle Messwerte des Deutschen Wetterdienstes (DWD), online verfügbar über das Portal server.wettermail.de/opendata-dwd/cgi-bin/klima2.p
 - für die Station Basel-Binningen: offizielle Daten von MeteoSchweiz, online verfügbar über das Portal www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/klima-indikatoren.html
2. Regionalverband Südlicher Oberrhein (2006) (Hg.): Regionale Klimaanalyse Oberrhein (REKLIso). Bearbeitet von E Parlow (Universität Basel), D Scherer und U Fehrenbach (beide TU Berlin).
3. Himmelsbach I, Glaser R, Schönbein J, Riemann D, Martin B (2015): Flood risk along the upper Rhine since AD 1480, in: Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 12, 177–211. doi: 10.5194/hessd-12-177-2015.
4. Umweltbundesamt (2011): Hochwasser. Verstehen, erkennen, handeln! Erarbeitet von C Baumgarten, E Christiansen, S Naumann, G Penn-Bressel, J Rechenberg, AB Walter; Dessau-Roßlau, 80 Seiten URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf [18.07.2019]
5. Regierungspräsidien Baden-Württemberg (o. Jahresangabe): Themenportal Wasser und Boden – Integriertes Rheinprogramm, URL: <https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/WasserBoden/IRP/Seiten/FuA-IRP-WeitereFragen2.aspx> [18.07.2019]



Fonds européen de développement régional
(FEDER)
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
(EFRE)



Changement climatique dans le Rhin supérieur : les précipitations hivernales et le risque d'inondation

NILS RIACH*, NICOLAS SCHOLZE*, RÜDIGER GLASER*, SOPHIE ROY** & BORIS STERN†

*Physische Geographie, Universität Freiburg i. Br.

**Météo-France, Illkirch

†GeoRhena, Département du Haut-Rhin, Colmar

Juin 2019

Préambule :

1. Le présent dossier se compose de 4 cartes sur le changement climatique dans la région trinationale du Rhin supérieur, et d'un texte d'accompagnement. L'ensemble contient 2 cartes sur l'évolution des précipitations hivernales dans un avenir proche (2021-2050) et 2 cartes pour un avenir lointain (2071-2100). Pour chacun des deux horizons temporels sont également disponibles deux cartes : une carte pour un scénario de changement climatique modéré (RCP4.5) et une carte pour le scénario fort (RCP8.5).
2. Le texte joint sert d'aide à l'interprétation des cartes climatiques. Il contient un tableau avec des valeurs de référence à différentes stations de mesure, qui peuvent être utilisées pour mieux estimer l'intensité du changement climatique. En outre, les principales caractéristiques des cartes sont résumées dans la section "Évolution en climat futur".
3. Pour ces cartes, la résolution (ou maille) des cellules est d'environ 18 km. La valeur donnée correspond à la valeur moyenne calculée pour toute la surface de la cellule. Il peut y avoir des écarts de valeurs au sein d'une cellule, en particulier lorsque celle-ci comprend de grandes différences d'altitude.
4. Les cartes ont été créées sur la base d'un ensemble de 16 modèles climatiques. Elles sont issues de l'[initiative EURO-CORDEX](#). Les données issues des modèles ont été mises à la disposition du projet Clim'Ability par le Service météorologique allemand (DWD = Deutscher Wetterdienst). La date de réalisation des simulations est novembre 2016.

Les **précipitations hivernales** désignent l'ensemble des précipitations des mois de décembre, janvier et février. Toutes les formes de précipitations (pluie, brouillard, grêle, grésil, etc.) entrent dans ce cumul.

Le tableau montre d'abord une **grande variété de précipitations hivernales** dans le Rhin supérieur. De manière générale, elles sont beaucoup plus importantes en altitude qu'en plaine. La station météorologique de Hornisgrinde, dans le nord de la Forêt-Noire, enregistre ainsi 5 fois plus de précipitations hivernales que Karlsruhe-Rheinstetten. Ceci est dû, d'une part à l'augmentation générale des précipitations avec l'altitude, et d'autre part aux différences saisonnières. Alors que dans la vallée rhénane, les précipitations maximales tombent majoritairement pendant les mois d'été, en altitude elles sont importantes toute l'année, avec deux

TABLEAU : Normales de précipitations estivales dans différentes stations de mesure du Rhin supérieur :¹

Lieu	Précipitation en mm	Période	Altitude en m
Karlsruhe-Rheinstetten	92,9	1971-2000	112
Strasbourg-Entzheim	111	1971-2000	150
Freiburg	180,6	1971-2000	236
Bâle-Binningen	154	1961-2009	316
Wangenbourg*	321	1991-2010	465
Weinbiet / Pfälzer Wald	133,3	1971-2000	553
Hornisgrinde	501,1	1971-2000	1.119
Feldberg / Schwarzwald	445,3	1971-2000	1.490

* La station de Wangenbourg n'a ouvert qu'en mai 1990.

pics un peu plus prononcés durant les périodes de novembre à janvier et de mai à juillet. Le reste de l'année est légèrement moins pluvieux.²

La position au vent et sous le vent est également significative dans la compréhension des différences de hauteurs de précipitations. Avec la prédominance des flux d'ouest, les précipitations tombent essentiellement sur les versants ouest des reliefs en raison du soulèvement orographique, tandis que les régions orientales restent plus sèches. C'est l'effet de foehn. C'est pourquoi la plaine du Rhin située immédiatement à l'est du massif vosgien, comme Strasbourg-Entzheim, enregistre des précipitations plus faibles que par exemple, Fribourg-en-Brisgau, en bordure de la Forêt Noire, où les précipitations sont déjà orographiques. La faible valeur de Weinbiet (553m) s'explique aussi par son emplacement sous le vent de la forêt Palatine. La faible hauteur du col de Saverne, à la transition entre massif vosgien et massif palatin, explique pourquoi le nord de la Forêt Noire a des précipitations plus importantes que le sud de la Forêt Noire.

Précipitations hivernales et risques d'inondation

Dans la région du Rhin Supérieur, les précipitations hivernales sont un facteur important pour les **inondations**. Bien que des inondations puissent se produire tout au long de l'année, les inondations hivernales touchent particulièrement les **affluents du Rhin** venant de la Forêt-Noire et des Vosges. Les inondations hivernales sont souvent causées par une fonte nivale due à une hausse soudaine de température, généralement accompagnée de fortes pluies. L'eau issue de la fonte et des précipitations ne peut s'infiltrer dans les sols saturés, ce qui entraîne une augmentation considérable du ruissellement. Au total, entre 35 et 50 % des inondations des affluents du Rhin sont dues à ces pluies sur sol gelé.³ Mais, il existe également des inondations qui sont causées par des pluies hivernales continues. Dans l'ensemble, on peut considérer que plus de la moitié des inondations des rivières de Forêt-Noire et des Vosges se produisent durant les mois d'hiver. Avec l'augmentation prévue des précipitations hivernales cette proportion augmentera encore à l'avenir. En témoigne déjà le fait que depuis les années 70, les petites inondations des bassins versants méridionaux du Bade-Wurtemberg se soient déjà multipliées durant les mois d'hiver.⁴

Une autre cause d'inondation est la présence de blocs de glaces flottants, qui peuvent s'accumuler au niveau des ponts, et ainsi faire monter le niveau d'eau des rivières. Cependant, en raison d'hivers de plus en plus doux, les rivières gèlent plus rarement et ce phénomène de débâcle de glace joue donc un rôle de plus en plus mineur.

Le Rhin (**supérieur**), fleuve le plus grand et éponyme de la région, est un cas particulier pour le risque d'inondation. D'une part, sa probabilité maximale d'inondation n'est pas en hiver, mais au début de l'été, lorsque la fonte des neiges dans les Alpes coïncide avec de fortes précipitations sur les contreforts des Alpes. Des précipitations en Forêt-Noire et dans les Vosges peuvent encore aggraver la situation. Le risque d'inondation pour le Rhin supérieur ne peut donc être représenté par le seul indicateur des précipitations hivernales. D'autre part, les zones voisines du Rhin entre Bâle et Iffezheim sont protégées des crues millénaires par des **éléments de régulation** tels des barrages, ou le canal du Rhin. Au nord d'Iffezheim jusqu'à Spire, les barrages ne protègent aujourd'hui que contre les crues avec une période de retour de 120 ans.⁵ Le Programme Intégré Rhin (PIR) du Bade-Wurtemberg vise à améliorer progressivement la protection de ces zones voisines du Rhin supérieur au nord.

Dans l'ensemble, les petits cours d'eau de la région du Rhin supérieur présentent un risque d'inondation beaucoup plus élevé que le Rhin lui-même. Les cartes suivantes ne peuvent donc être interprétées que comme un indicateur du risque d'inondation hivernal sur les petits et moyens cours d'eau de la région.

Évolution en climat futur

Les cartes climatiques montrent que les **précipitations hivernales augmenteront de 5 à 20%** dans l'ensemble de la région. On peut en effet considérer qu'elles augmentent proportionnellement au changement climatique. Ainsi, l'augmentation prévue dans le scénario de changement climatique fort (RCP8.5) est plus importante que dans le scénario moyen (RCP4.5), et il en va de même dans un avenir lointain par rapport à un avenir proche.

Les cartes des projections climatiques présentent également une différenciation régionale : les quatre cartes montrent les plus fortes augmentations dans le bassin-versant du Rhin en amont de Bâle et de l'Aar, ainsi que dans la plaine du Rhin, en particulier à l'ouest. On peut supposer que l'écoulement hivernal augmentera dans ces zones, dans lesquelles il faut également s'attendre à un **risque d'inondation potentiellement plus élevé**. Les précipitations augmenteront moins fortement sur les sommets de la Forêt Noire, des Vosges et du Jura suisse, même s'il faut noter que les précipitations hivernales y atteignent déjà des niveaux très élevés (cf. stations du Feldberg et du Hornisgrinde). Les inondations hivernales qui se produisent déjà assez fréquemment en altitude, comme récemment à Sankt Blasien / Menzenschwand en janvier 2018, auront donc tendance à augmenter légèrement dans le futur.

Cependant, des précipitations plus élevées en altitude ne signifient pas que le risque d'inondation est plus faible à une altitude moindre : lors de la fonte des neiges, ou lors des périodes de fortes précipitations, une grande partie de l'eau s'écoule en aval des rivières, et peut donc provoquer des inondations importantes dans la plaine du Rhin ou au fond des vallées latérales, comme c'était le cas dans le Kinzigtal en février 1990 ou dans le Dreisamtal en décembre 1991. Il faut également se préparer à ce phénomène à l'avenir.

Plus d'informations :

Les cartes des risques d'inondation du Rhin supérieur, qui sont importantes pour la gestion des risques spécifiques aux sites, peuvent être téléchargées sur le serveur de cartes Clim'Ability (gis.clim-ability.eu) et sont maintenues par :

- Bade-Württemberg : www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/hochwassergefahren_karten
- Rhénanie-Palatinat : <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/8662/>
- Alsace : <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/le-risque-inondation-r6745.html>. oder www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives/
- Suisse : Risque d'inondation général www.hochwasserrisiko.ch/de
- Liens vers les cantons suisses : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/theme/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/gefahrenkarten--intensitaetskarten-und-gefahrenhinweiskarten.html>

Citations

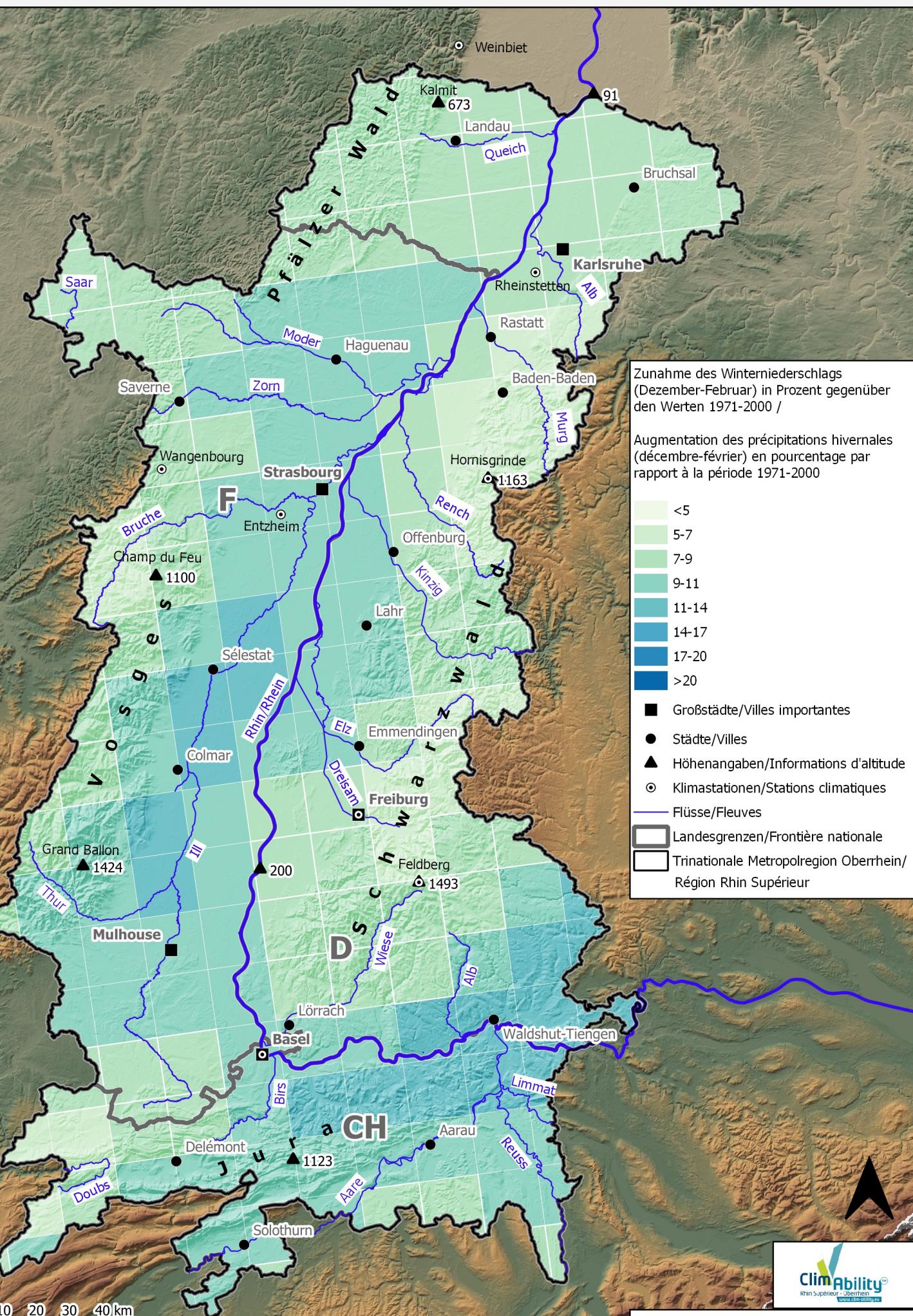
1. Les valeurs indiquées dans le tableau proviennent des sources suivantes et ont été partiellement calculées à partir de données brutes :
 - pour les stations françaises : données officielles de Météo France
 - pour les stations allemandes : données officielles du Service météorologique allemand (DWD), disponibles en ligne sur le portail server.wettermail.de/opendata-dwd/cgi-bin/klima2.pl
 - pour la station de Bâle-Binningen : données officielles de MétéoSuisse, disponibles en ligne sur le portail www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/klima-indikatoren.html
2. Regionalverband Südlicher Oberrhein (2006) : Regionale Klimaanalyse Oberrhein (REKLISO). Édité par E. Parlow (Université de Bale), D. Scherer et U. Fehrenbach (tous les deux TU Berlin).
3. Himmelsbach I, Glaser R, Schönbein J, Riemann D, Martin B (2015) : Flood risk along the upper Rhine since AD 1480, dans : Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 12, 177–211. doi : 10.5194/hessd-12-177-2015
4. Ministère fédéral de l'environnement (=Umweltbundesamt) (2011) : Hochwasser. Verstehen, erkennen, handeln! Édité par C Baumgarten, E Christiansen, S Naumann, G Penn-Bressel, J Rechenberg, AB Walter, Dessau-Roßlau, 80 pages. URL : https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf [18.07.2019]
5. Conseil régional du Bade-Wurttemberg (sans année) : Portail thématique eau et sol – Le Programme Intégré Rhin, URL : <https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/WasserBoden/IRP/Rueckhalterraum/irp-fr.pdf> [18.07.2019]



Fonds européen de développement régional
(FEDER)
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
(EFRE)



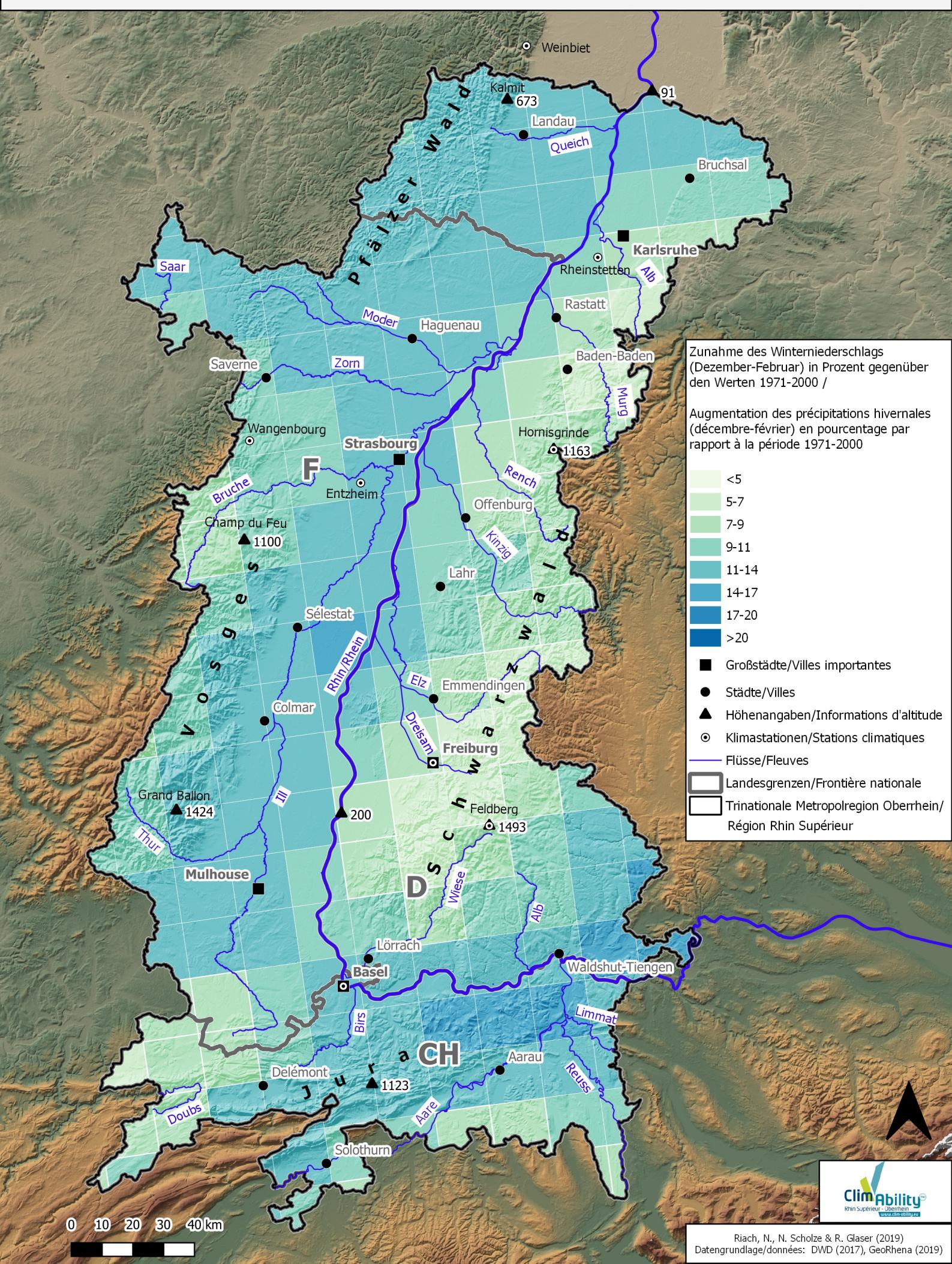
Moderater Klimawandel / Changement climatique modéré (RCP4.5) 2021-2050



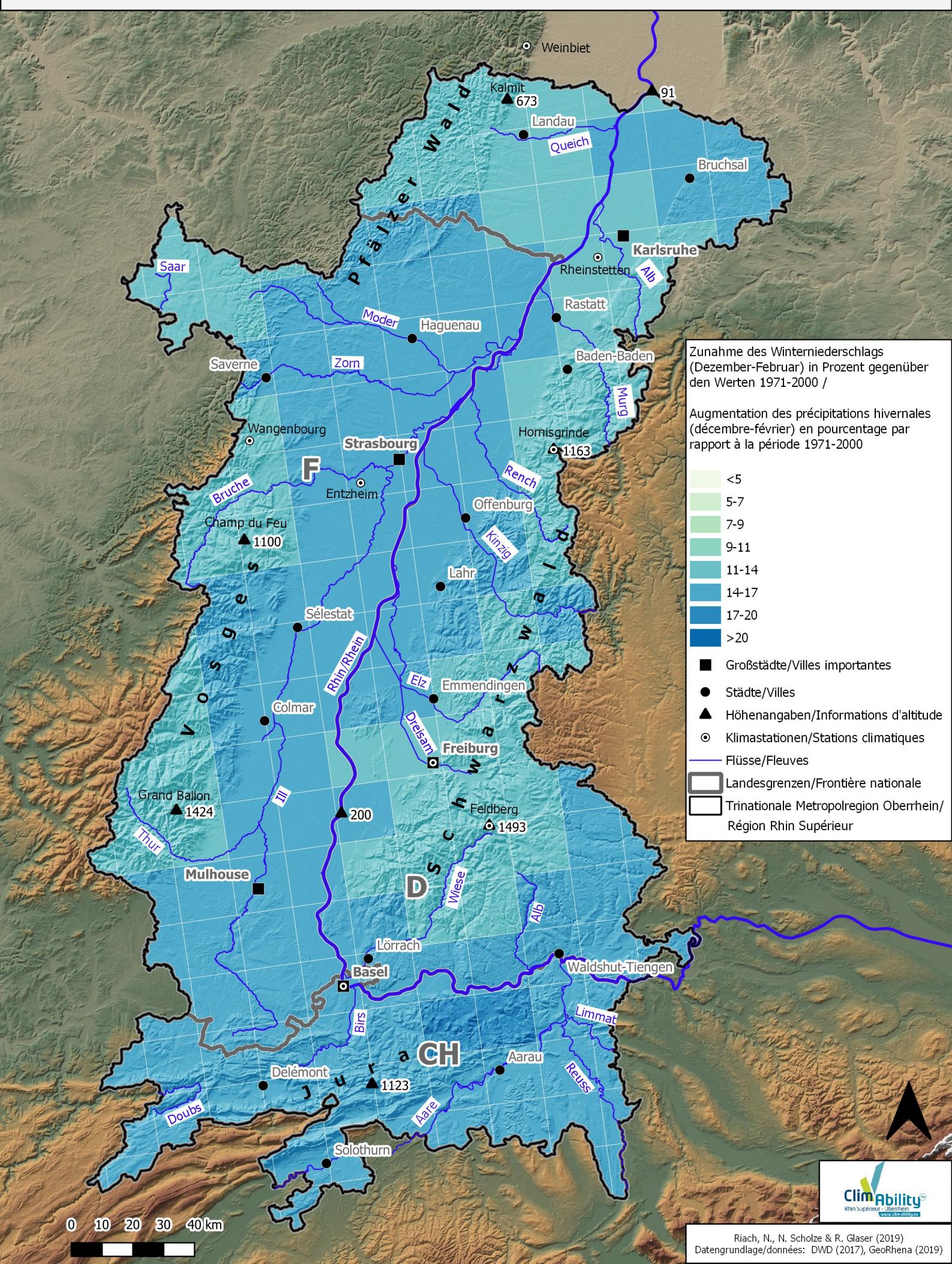
0 10 20 30 40 km



Moderater Klimawandel / Changement climatique modéré (RCP4.5) 2071-2100



Starker Klimawandel / Changement climatique fort (RCP8.5) 2021-2050



Starker Klimawandel / Changement climatique fort (RCP8.5) 2071-2100

