

ÉVOLUTION DE LA FRÉQUENCE DES PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES ABONDANTES EN SUISSE DE 1900 A 2019

FALLOT J.-M., FLORANCE V.

Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse (Jean-Michel.Falot@unil.ch)

Résumé : *L'étude des séries pluviométriques faite pour 233 stations en Suisse révèle que le nombre de jours avec de fortes précipitations (> 50 mm/jour) a passablement fluctué depuis 1900, mais qu'il a légèrement augmenté de 1900 à 1980 dans ce pays. Les 6 situations météorologiques ayant le plus souvent provoqué de fortes précipitations ont pu être identifiées dans les différentes régions de Suisse à partir de la classification de Hess-Brezowsky disponible depuis 1881.*

Mots clés : *fortes précipitations ; situations météorologiques ; classification de Hess-Brezowsky ; Suisse*

Summary: *Change in the frequency of heavy daily precipitation in Switzerland from 1900 to 2019. The study of precipitation time-series carried out for 233 stations in Switzerland shows different variations in the number of days with strong precipitation (> 50 mm/day) since 1900, but with a light increasing from 1900 to 1980. The 6 meteorological situations which are the most frequently associated with strong precipitation could be identified in the different swiss regions from Hess-Brezowsky classification available since 1881.*

Key words: *strong precipitation; meteorological situations; Hess-Brezowsky classification; Switzerland*

Introduction

Plusieurs études ont montré que le réchauffement du climat s'accompagne d'une hausse de l'intensité moyenne et de la fréquence des fortes précipitations dans plusieurs régions du globe depuis le milieu du 20^{ème} siècle (IPCC, 2013). La fréquence des fortes précipitations avec plus de 50 mm en 24 heures a également augmenté en Suisse de 1973 à 2000 au Nord et dans les Alpes (Fallot, 2000). Mais cette étude avait uniquement comptabilisé le nombre d'épisodes où les précipitations avaient dépassé ce seuil de 50 mm par jour dans une région donnée sans tenir compte du nombre de stations où de tels dépassements s'étaient produits. Or, un épisode avec plus de 50 mm de pluie en 24 heures mesurés par plusieurs stations dans une région aura davantage d'impacts au niveau des crues et des autres dangers naturels que si ce seuil n'est dépassé que par une seule station.

D'autre part, MétéoSuisse a mis à disposition les séries de mesures pluviométriques pour 100 stations supplémentaires de 1900 à 2019 par rapport aux 133 stations considérées dans cette étude précédente (Fallot, 2000). Pour ces diverses raisons, nous avons réactualisé cette étude jusqu'en 2019 en considérant 233 stations depuis l'an 1900 et en pondérant la fréquence des épisodes avec plus de 50 mm de pluie en 24 heures en fonction du nombre de stations où ce seuil était dépassé, afin de voir si on retrouve les mêmes tendances que celles mises en évidence précédemment pour de tels épisodes en Suisse (Fallot, 2000).

1. Données et méthodes

La figure 1 permet de localiser les 233 stations mesurant les précipitations tous les jours depuis 1900 en Suisse. Pour cette étude, le territoire national a été subdivisé en 8 grandes régions en fonction de leur régime pluviométrique moyen, à savoir : le Jura, le Plateau occidental, le Plateau oriental, les Préalpes occidentales, les Préalpes orientales, le Valais, les Grisons et le versant Sud des Alpes. Cette régionalisation s'inspire de celle établie par Baeriswyl sur la base d'une analyse en composantes principales appliquée aux moyennes mensuelles des précipitations sur une période de 30 ans (Baeriswyl, 1995).

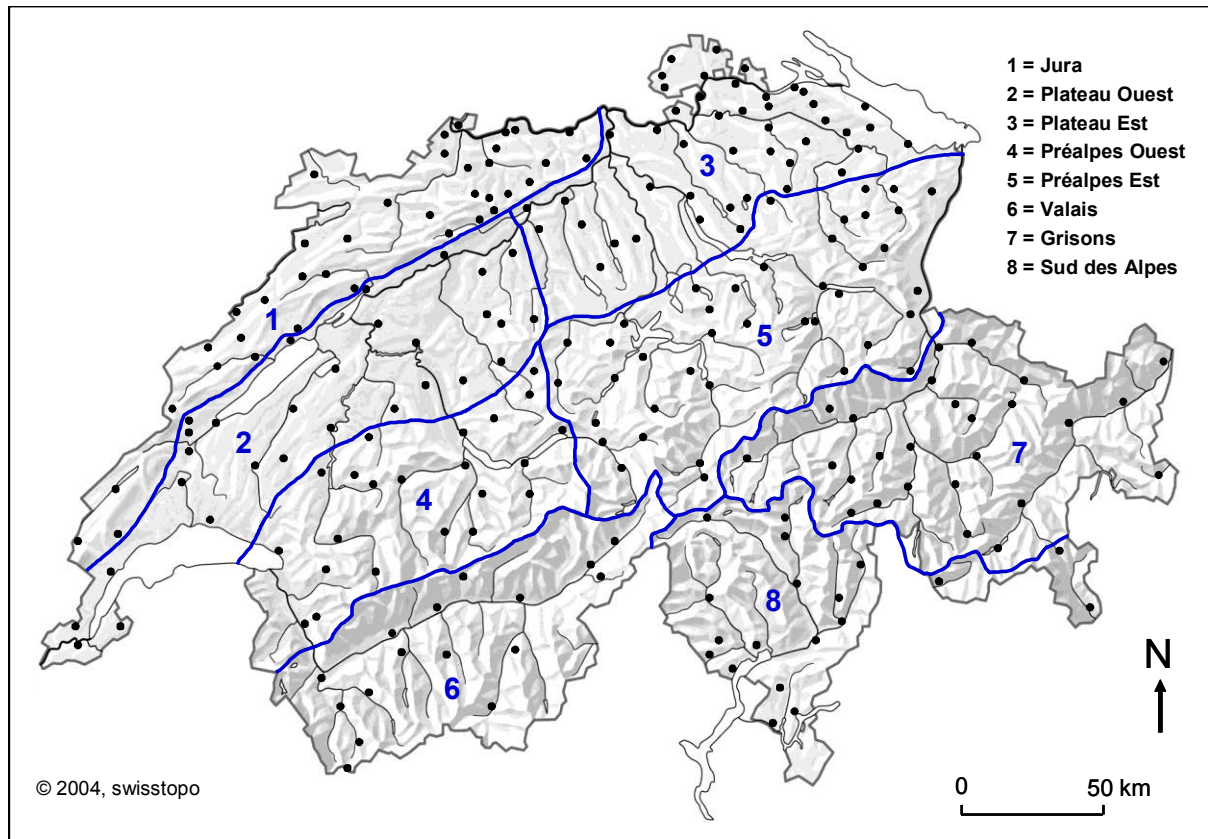


Figure 1. Localisation des stations pluviométriques en Suisse en service de 1900 à 2019

Pour chaque région, nous avons considéré comme jour avec de fortes précipitations dès qu'une hauteur d'eau de 50 mm ou plus en 24 heures était mesurée à au moins une station de la région. Cette valeur de 50 mm est assez arbitraire, mais il fallait qu'elle soit suffisamment élevée pour ne pas englober trop de jours avec des orages locaux. D'autre part, une valeur plus élevée aurait abouti à un nombre de jours par an trop petit au Nord des Alpes pour détecter des tendances depuis 1900. Ces jours ont ensuite été pondérés en fonction du nombre de stations où ce seuil a été dépassé dans une région donnée. Puis les nombres de jours ainsi pondérés ont été sommés pour chaque année de 1900 à 2019, cela pour chaque région et pour l'ensemble de la Suisse.

Nous avons ensuite identifié les situations météorologiques typiques à l'origine des fortes précipitations mesurées dans les différentes régions de Suisse. Pour cela, nous avons utilisé la classification de Hess-Brezowsky valable pour l'Allemagne et effectuée tous les jours par l'Institut de Potsdam pour la recherche sur le climat (PIK) depuis 1881 jusqu'en 2009, puis par le service météorologique allemand (Deutscher Wetterdienst) de 2010 à 2019. Cette classification permet aussi de déterminer efficacement les types de temps en Suisse (Fallot, 2000) et en France (Planchon *et al.*, 2009).

La classification de Hess-Brezowsky distingue 30 situations météorologiques typiques pour le temps en Europe centrale (Tab.1) qui sont décrites en détail dans un rapport de l'Institut de Potsdam pour la recherche sur le climat (Werner et Gerstengarbe, 2010). Cette classification se base essentiellement sur la position des grands centres d'action influençant le temps en Allemagne, ainsi que sur la direction générale des flux sur l'Europe centrale. On distingue ainsi des situations avec une circulation d'Ouest, du Sud-Ouest, du Sud, du Sud-Est, du Nord-Ouest, du Nord ou du Nord-Est balayant une bonne partie de l'Europe et de l'Atlantique Nord. Pour d'autres situations, le temps et la circulation atmosphérique sont déterminés par un anticyclone, une dépression ou un thalweg.

Pour une bonne partie de ces situations, on distingue une version anticyclonique avec des pressions élevées sur l'Europe centrale, et une version cyclonique avec des pressions plus basses. Pour les 120 années disponibles, nous avons calculé les fréquences d'apparition de chaque situation ayant généré des précipitations supérieures à 50 mm en 24 heures, cela pour chaque région de Suisse et pour l'ensemble du pays.

Tableau 1. Classification des situations météorologiques selon Hess-Brezowsky

Désignation de la situation météorologique Hess-Brezowsky	Abrév.	Groupe
Situation d'Ouest, anticyclonique	WA	Situations d'Ouest
Situation d'Ouest, cyclonique	WZ	
Situation d'Ouest méridionale	WS	
Situation d'Ouest « formant un angle »	WW	
Situation du Sud-Ouest, anticyclonique	SWA	Situations du Sud-Ouest, du Sud et du Sud-Est
Situation du Sud-Ouest, cyclonique	SWZ	
Situation du Sud, anticyclonique	SA	
Situation du Sud, cyclonique	SZ	
Dépression sur les Iles Britanniques	TB	
Thalweg sur l'Europe occidentale	TRW	
Situation du Sud-Est, anticyclonique	SEA	
Situation du Sud-Est, cyclonique	SEZ	
Situation du Nord-Ouest, anticyclonique	NWA	Situations du Nord-Ouest et du Nord
Situation du Nord-Ouest, cyclonique	NWZ	
Situation du Nord, anticyclonique	NA	
Situation du Nord, cyclonique	NZ	
Anticyclone sur Mer du Nord – Islande, anticyclonique	HNA	
Anticyclone sur Mer du Nord – Islande, cyclonique	HNZ	
Anticyclone sur les Iles Britanniques	HB	
Thalweg sur l'Europe centrale	TRM	
Situation du Nord-Est, anticyclonique	NEA	Situations du Nord-Est et d'Est
Situation du Nord-Est, cyclonique	NEZ	
Anticyclone sur Scandinavie, anticyclonique	HFA	
Anticyclone sur Scandinavie, cyclonique	HFZ	
Anticyclone sur Mer du Nord - Scandinavie, anticyclonique	HNFA	
Anticyclone sur Mer du Nord - Scandinavie, cyclonique	HNFZ	
Anticyclone sur l'Europe centrale	HM	Centre d'action sur l'Europe Centrale
Pont de haute pression sur l'Europe centrale	BM	
Dépression sur l'Europe centrale	TM	

Dans la colonne abrév. (= abréviation), les situations cycloniques de Hess-Brezowsky sont en grisé et les situations anticycloniques en blanc

2. Résultats

La figure 2 illustre l'évolution du nombre de jours par an avec de fortes précipitations de 1900 à 2019 pour l'ensemble de la Suisse, le Nord des Alpes et les Alpes (= régions 1 à 7) et le Sud des Alpes (région 8). Les nombres illustrés ici correspondent à la fréquence moyenne des épisodes avec plus de 50 mm de pluie en 24 heures sur l'ensemble de ces régions qu'on peut rencontrer chaque année à un endroit donné. Le Sud des Alpes se signale par une fréquence nettement plus grande de ces épisodes que le reste de la Suisse, car il est très exposé aux afflux d'air chaud et humide de la Méditerranée. Les Préalpes et les Alpes (Valais, Grisons) enregistrent un peu plus souvent des épisodes avec de fortes précipitations que les valeurs moyennes calculées pour l'ensemble du Nord des Alpes et des Alpes, alors qu'on observe l'inverse sur le Plateau et le Jura.

La figure 2 montre que les nombres de jours par an avec des fortes précipitations fluctuent assez fortement durant le 20^{ème} siècle, notamment au Sud des Alpes, mais qu'ils ont légèrement augmenté sur l'ensemble du pays de 1900 à 1980, avant de se stabiliser entre l'an 1980 et 2000, puis de diminuer après l'an 2000. Ces tendances diffèrent sensiblement de celles mises en évidence par l'étude de l'an 2000 qui avait révélé une hausse sensible de la fréquence des fortes précipitations au Nord des Alpes et dans les Alpes de 1973 à 2000 (Fallot, 2000). Mais cette étude n'avait pas pondéré la fréquence de ces épisodes avec les nombres de stations ayant mesuré plus de 50 mm de précipitations pour une région donnée.

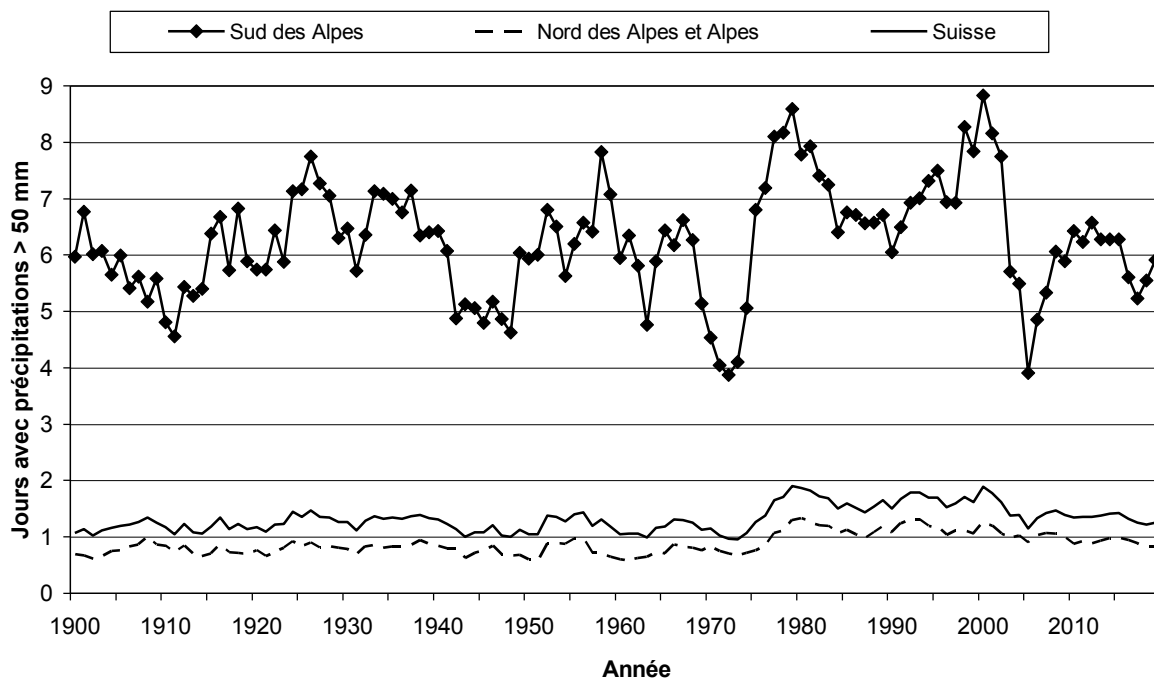


Figure 2. Nombre de jours par an avec de fortes précipitations (>50 mm en 24 heures) en Suisse de 1900 à 2019 : moyennes mobiles sur 5 ans

Le tableau 2 présente les fréquences d'apparition en % des 6 situations météorologiques de Hess-Brezowsky (HB) ayant le plus souvent provoqué de fortes précipitations pour chaque région de Suisse, avec en bas le total cumulé pour ces 6 situations. La valeur de 100% se réfère ici au total de jours avec de fortes précipitations mesurés de 1900 à 2019 pour toutes les situations météorologiques dans chaque région.

Les 30 situations météorologiques de Hess-Brezowsky, y compris les plus anticycloniques, ont provoqué des précipitations abondantes en Suisse durant la période 1900-2019 pour des raisons évoquées dans Fallot (2000). 6 situations cycloniques apparaissent toutefois souvent dans le tableau 2 dans les différentes régions du pays. Ainsi, la situation d'Ouest cyclonique (WZ) génère le plus souvent des précipitations abondantes en Suisse et elle se caractérise par un courant perturbé d'Ouest balayant une bonne partie de l'Atlantique et de l'Europe. Cette situation d'Ouest cyclonique arrive en tête dans toutes les régions du pays, excepté le versant Sud des Alpes et les Grisons davantage protégés par la chaîne alpine.

La 2^{ème} situation ayant le plus souvent provoqué de fortes précipitations en Suisse est celle avec un thalweg sur l'Europe occidentale (TRW). Celui-ci, surtout visible en altitude, entraîne un afflux d'air humide du Sud-Ouest de la Méditerranée à l'Europe centrale, ce qui provoque une situation de barrage au Sud des Alpes. Le versant Sud et les Grisons sont les plus exposés à cette situation, mais les autres régions du pays n'en sont pas pour autant épargnées, puisque cette situation apparaît partout ailleurs entre la 2^{ème} et la 5^{ème} position (excepté le Plateau Est).

Tableau 2. Fréquences d'apparition (%) des 6 situations météorologiques de Hess-Brezowsky (HB) ayant le plus souvent provoqué des fortes précipitations (> 50 mm/jour) dans les différentes régions de Suisse de 1900 à 2019.

HB	Jura	HB	Plateau Ouest	HB	Plateau Est	HB	Préalpes Ouest	HB	Suisse
WZ	23.6%	WZ	17.6%	WZ	10.8%	WZ	25.5%	WZ	16.5%
WS	9.5%	TRW	10.7%	TM	10.1%	NWZ	7.7%	TRW	14.4%
TRM	6.7%	WS	9.6%	TRM	8.0%	WS	7.0%	TRM	7.2%
TRW	6.2%	TRM	7.4%	SWZ	6.8%	TRM	6.4%	TB	6.8%
SWZ	6.0%	TB	5.4%	WS	6.2%	TRW	5.7%	SWZ	5.5%
NWZ	5.6%	SWZ	5.3%	BM	5.5%	TM	4.8%	NWZ	5.5%
Total	57.6%	Total	55.9%	Total	47.4%	Total	57.0%	Total	56.0%

HB	Préalpes Est	HB	Valais	HB	Grisons	HB	Sud des Alpes
WZ	20.0%	WZ	18.5%	TRW	22.0%	TRW	20.3%
NWZ	11.8%	TRW	16.3%	WZ	16.9%	WZ	12.4%
TRM	8.4%	TRM	6.4%	TB	9.7%	TB	11.0%
TRW	8.0%	NWZ	6.0%	TRM	9.0%	SWZ	6.4%
TM	4.9%	TB	5.3%	SWZ	5.8%	TRM	6.0%
SWZ	4.2%	WS	5.3%	NWZ	5.6%	SZ	5.4%
Total	57.3%	Total	57.8%	Total	69.0%	Total	61.5%

En 3^{ème} position pour la Suisse vient la situation avec un thalweg sur l'Europe centrale (TRM). Notre pays se situe à proximité de ce thalweg, ce qui se traduit par un temps maussade dans toutes les régions du pays. Pour cette raison, cette situation apparaît dans le tableau 2 dans toutes les régions de Suisse entre la 3^{ème} et la 5^{ème} position.

La 4^{ème} situation ayant le plus souvent occasionné de fortes précipitations est celle avec une dépression sur les Iles Britanniques (TB). Cette situation se rapproche de celle avec un thalweg sur l'Europe occidentale, mais celui-ci est remplacé par une profonde dépression centrée au voisinage des Iles Britanniques. Les effets sur le temps en Suisse sont identiques avec une situation de barrage au Sud des Alpes qui affecte surtout le versant Sud et les Grisons, alors que le reste du pays est moins touché.

En 5^{ème} position pour la Suisse, on aperçoit une 3^{ème} situation cyclonique du Sud-Ouest (SWZ) qui se distingue des 2 précédentes (TRW, TB) par un courant perturbé du Sud-Ouest plus étendu allant des Açores jusqu'au Nord de la Russie, avec des effets sur le temps en Suisse semblables à ceux décrits pour les situations TRW et TB.

En 6^{ème} position pour la Suisse vient la situation du Nord-Ouest cyclonique (NWZ). Elle se caractérise par un courant perturbé du Nord-Ouest soufflant des Iles Britanniques aux Balkans qui provoque une situation de barrage au Nord des Alpes. Le versant Nord des Alpes (Préalpes) est en général le plus touché par ce genre de situation.

On retrouve ces mêmes 6 situations dans l'étude précédente (Fallot, 2000), excepté la situation cyclonique du Sud-Ouest (SWZ) qui remplace celle d'Ouest méridionale (WS) à l'échelle de la Suisse. Cette situation WS, qui se distingue de la situation d'Ouest cyclonique WZ par une trajectoire plus méridionale du courant perturbé d'Ouest, apparaît encore dans le tableau 2 entre la 2^{ème} et la 6^{ème} position dans la moitié Ouest du pays et sur l'Est du Plateau.

Si on regroupe les situations météorologiques de Hess-Brezowsky en fonction de la direction générale des flux sur l'Europe centrale (Tab.3), il apparaît que les situations cycloniques d'Ouest, du Sud-Ouest à Sud-Est et du Nord-Ouest à Nord englobent le plus grand nombre de jours avec de fortes précipitations durant le 20^{ème} siècle dans toutes les régions de Suisse. Les situations cycloniques du Sud-Ouest à Sud-Est enregistrent les fréquences d'apparition les plus élevées au Sud des Alpes, en Valais et aux Grisons car elles provoquent un effet de barrage sur

le versant Sud des Alpes qui touche en premier ces régions. Les situations cycloniques d'Ouest arrivent en tête sur le Plateau, dans le Jura et les Préalpes. Les situations cycloniques du Nord-Ouest à Nord arrivent en 2^{ème} position dans les Préalpes et même en tête dans l'Est du Plateau : ces situations provoquent un effet de barrage au Nord des Alpes qui affecte le plus ces régions-là.

Tableau 3. Fréquences d'apparition (%) des situations cycloniques d'Ouest, du Sud-Ouest à Sud-Est (SO-SE), du Nord-Ouest et Nord (NO+N) ayant provoqué de fortes précipitations (> 50 mm/jour) en Suisse de 1900 à 2019

Situation météo	Jura	Plateau Ouest	Plateau Est	Préalpes Ouest	Préalpes Est	Valais	Grisons	Sud des Alpes	Suisse
Ouest	35.7%	30.2%	18.2%	35.4%	26.4%	27.1%	21.8%	18.9%	23.8%
SO-SE	19.0%	24.7%	15.2%	14.6%	18.0%	34.1%	43.7%	45.8%	32.4%
NO+N	16.3%	16.3%	18.2%	20.0%	25.3%	16.6%	18.7%	12.2%	17.3%
Total	71.1%	71.2%	51.6%	69.9%	69.7%	77.7%	84.2%	76.9%	73.6%

Les totaux cumulés pour ces 3 groupes de situations cycloniques varient entre 69 et 84% dans toutes les régions de Suisse, excepté le Plateau Est (seulement 51.6%). Par rapport à l'étude précédente (Fallot, 2000), les pourcentages cumulés pour ces 3 groupes sont plus élevés de 11% dans le Jura et de 4 à 7% sur le Plateau Ouest, dans les Grisons, au Sud des Alpes et à l'échelle suisse. Ils n'ont que peu varié sur le Plateau Est, dans les Préalpes et en Valais. D'autre part, les situations cycloniques du Sud-Ouest à Sud-Est n'arrivaient qu'en 2^{ème} position derrière celles d'Ouest en Valais et à l'échelle suisse dans l'étude de l'an 2000. Ces différences résultent notamment de la pondération des épisodes par le nombre de stations affectées par de fortes précipitations pour chaque région dans la présente étude.

Conclusion

L'analyse des séries pluviométriques effectuée pour 233 stations en Suisse montre que la fréquence annuelle des fortes précipitations varie sensiblement d'une année à l'autre, mais qu'elle a globalement augmenté de 1900 à 1980. Cette analyse a également permis d'identifier les 6 situations météorologiques selon la classification de Hess-Brezowsky qui ont le plus souvent provoqué de fortes précipitations dans les différentes régions du pays. Les fréquences d'apparition de 2 situations cycloniques du Sud-Ouest (TRW, SWZ) ont sensiblement augmenté depuis 1900 et elles pourraient être à l'origine de la légère hausse de la fréquence des fortes précipitations mesurées en Suisse de 1900 à 1980. Les fréquences d'apparition des autres situations cycloniques ne révèlent pas de tendances significatives à la hausse ou à la baisse depuis 1900.

Bibliographie

- Baeriswyl P.-A., 1995. Différences régionales des précipitations et de l'insolation relative en Suisse. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 8, 189-197.
- Fallot J.-M., 2000. Evolution du nombre de jours avec des précipitations abondantes en Suisse durant le 20^{ème} siècle. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 13, 100-109.
- IPCC., 2013. Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the International Governmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 1535p.
- Planchon O., Quénoel H., Dupont N., Corgne S., 2009. Application of the Hess-Brezowsky classification to the identification of weather patterns causing heavy winter rainfall in Brittany. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1161-1173.
- Werner P.C., Gerstengarbe F.W., 2010. Katalog der Grosswetterlagen Europas (1881-2009) nach Paul Hess und Helmut Brezowsky. Potsdam-Institut für Klimaforschung (PIK) Report, N° 119, 146p.