

## Supplement of

# Increases in flash flood events and flash flood favouring atmospheric conditions in temperate regions of Europe

Judith Meyer<sup>1,2</sup>, Malte Neuper<sup>3</sup>, Luca Mathias<sup>4</sup>, Erwin Zehe<sup>3</sup>, Laurent Pfister<sup>1,2</sup>

5 <sup>1</sup> Catchment and Ecohydrology Group (CAT), Environmental Research and Innovation, Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Belvaux, 4422, Luxembourg

<sup>2</sup> Faculty of Science, Technology and Medicine (FSTM), University of Luxembourg, Esch-sur-Alzette, 4365, Luxembourg

<sup>3</sup> Institute of Water Resources and River Basin Management, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Germany

<sup>4</sup> Air Navigation Administration, MeteoLux, Findel, Luxembourg

10

Correspondence to: Judith Meyer ([judith.meyer@list.lu](mailto:judith.meyer@list.lu))

### S1: Flash flood data base

15 **Flash flood database used in this manuscript. Region abbreviations are in Germany Baden-Württemberg (Ba-Wü), Rhineland-Palatine (RLP), in France Ardennes (Ar), Lorraine (Lo), Alsace (Al), Haute Marne (H-Ma), Marne (Ma), in Eastern Belgium (BE) and in Luxembourg (LUX).**

	Date	Location (stream)	Region	Source
1	26/07/2019	Müllheim	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
2	26/07/2019	Hechingen	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
3	26/07/2019	Pforzheim-Stadt	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
4	27/07/2019	Pforzheim-Ispringen	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
5	27/07/2019	Königsbach-Stein	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
6	27/07/2019	Gernsbach	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
7	27/07/2019	Tuttlingen	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
8	18/06/2019	Ellmendingen (Pfinz)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
9	20/08/2018	Epinal	Lo	France 3 - Grand Est, 2018
10	12/06/2018	Hattstatt	Al	France 3 - Grand Est, 2018c
11	05/06/2018	Langres	H-Ma	France 3 - Grand Est, 2018b
12	04/06/2018	Cirfontaines-en-Azois	H-Ma	France 3 - Grand Est, 2018a
13	01/06/2018	Müllerthal (Black Ernzt)	LUX	Pfister et al., 2020
14	01/06/2018	Larochette (White Ernzt)	LUX	Pfister et al., 2020
15	01/06/2018	Aalbach (Aalbach)	LUX	Pfister et al., 2020
16	01/06/2018	Hallerbach	LUX	Pfister et al., 2020
17	01/06/2018	Echtershausen (Prüm)	RLP	Johst et al., 2018

18	01/06/2018	Gemünd (Irsen)	RLP	Johst et al., 2018
19	01/06/2018	Bierbach (Lünebach)	RLP	Johst et al., 2018
20	01/06/2018	Kleinblittersdorf (Ransbach)	RLP	Johst et al., 2018
21	31/05/2018	Ehingen (Würm)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
22	31/05/2018	Lenoncourt	Lo	France 3 - Grand Est, 2018d
23	31/05/2018	Gougenheim (Dorfgraben)	Al	France 3 - Grand Est, 2018e
24	27/05/2018	Gerach (Fischbach)	RLP	Johst et al., 2018
25	22/05/2018	Odenheim	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
26	22/05/2018	Helmsheim/Heidelsheim	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
27	22/05/2018	Gondelsheim	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
28	13/05/2018	Geuderthaim (Zorn)	Al	France 3 - Grand Est, 2018a
29	22/07/2016	Hallerbach	LUX	Pfister et al., 2018
30	22/07/2016	Larochette (White Ernzt)	LUX	Pfister et al., 2018
31	21/07/2016	Audun-le-Tiche	Lo	France 3 - Grand Est, 2016
32	25/06/2016	Eppingen (Elsenz-Schwarzbach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
33	16/06/2016	Zinswiller (Zinsel)	Al	France 3 - Grand Est, 2016b
34	13/06/2016	Waldkirch (Brettenbach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
35	08/06/2016	Bad Rappenau /Treschklinge	Ba-Wü	Göppert, 2018
36	07/06/2016	Silvange	Lo	France 3 - Grand Est, 2016c
37	07/06/2016	Stein	Ba-Wü	Göppert, 2018
38	07/06/2016	Waldkirch (Elz)	Ba-Wü	Göppert, 2018
39	06/06/2016	Avenay-Val-d'Or (La Livre)	Mar	France 3 - Grand Est, 2016a
40	05/06/2016	Sapogne-sur-Marche	Ar	France 3 - Grand Est, 2016d
41	03/06/2016	Valhey (Ruisseau du Moulin)	Lo	France 3 - Grand Est, 2016e
42	02/06/2016	Ahr (Altenahr)	RLP	Johst, 2018
43	30/05/2016	Nordpfälzer Bergland (Alsenz)	RLP	Johst, 2018
44	30/05/2016	Oberhausen a. d. Appel (Appelbach)	RLP	Johst, 2018
45	30/05/2016	Briey (Le Woigot)	Lo	France 3 - Grand Est, 2016a
46	30/05/2016	Allfeld (Schefflenz)	Ba-Wü	Göppert, 2018
47	29/05/2016	Braunsbach (Orlacher Bach)	Ba-Wü	Bronstert et al., 2018
48	29/05/2016	Berstett (corn field)	Al	France 3 - Grand Est, 2016e
49	29/05/2016	Dallau	Ba-Wü	Göppert, 2018
50	28/05/2016	Waldbrunn	Ba-Wü	Göppert, 2018
51	24/07/2015	Hausen am Tann	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
52	14/06/2015	Bonndorf	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
53	06/06/2015	Bretten	Ba-Wü	Göppert, 2018
54	28/07/2014	Emmingen (Mühlebach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
55	11/07/2014	Saint-Avold (La Roselle)	Lo	France 3 - Grand Est, 2014
56	25/06/2013	Niederweiler (corn field)	RLP	News Trier (Blaes), 2020
57	01/06/2013	Saalbach (Pfinzt)	Ba-Wü	Göppert, 2018

58	21/05/2012	Nancy	Lo	CCR, 2020
59	23/07/2010	Bisingen (Borrenbach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
60	12/07/2010	Munzingen	Ba-Wü	Göppert, 2018
61	04/07/2010	Ditzingen (Glems)	Ba-Wü	Göppert, 2018
62	06/06/2010	Lein (Böllinger Bach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
63	03/07/2009	Ditzingen (Glems)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
64	09/06/2009	Singen-Bohlingen (Radolfzeller Aach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
65	15/05/2009	Gechingen/Aidlingen (Aid)	Ba-Wü	Göppert, 2018
66	25/06/2008	Mundingen (Neumattbach)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
67	08/06/2008	Britzingen (Ehebach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
68	02/06/2008	Rangendingen (Starzel River)	Ba-Wü	Ruiz-Villanueva et al., 2012
69	02/06/2008	Jungingen	Ba-Wü	Ruiz-Villanueva et al., 2012
70	30/05/2008	Mittelwahr (Sambach)	Al	EPRI, 2011
71	30/05/2008	Oberboihingen (Heuspachklingen)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
72	29/05/2008	Liège (Renory Creek)	BE	Van Campenhout et al., 2015
73	08/08/2007	Eubigheim/Buchen	Ba-Wü	Göppert, 2018
74	09/06/2007	Reichenbach (Fils)	Ba-Wü	Göppert, 2018
75	22/07/2006	Mölschbach (Rambach)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
76	06/07/2006	Esslingen	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
77	05/07/2006	Stebbach (Stebbach)	Ba-Wü	Göppert, 2018
78	30/05/2000	Niederschopfheim (Dorfbach)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
79	15/07/1997	Erfeld	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
80	14/07/1997	Höpfigheim (Beutenmühlenbach)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
81	27/06/1994	Aglasterhausen (Schwarzbach)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
82	08/07/1987	Schweighausen (Schutter)	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021
83	26/07/1980	Eichstetten	Ba-Wü	Wald + Corbe, 2021

## Bibliography

- Bronstert, A., Agarwal, A., Boessenkool, B., Crisologo, I., Fischer, M., Heistermann, M., Köhn-Reich, L., López-Tarazón, J. A., Moran, T., Ozturk, U., Reinhardt-Imjela, C. and Wendi, D.: Forensic hydro-meteorological analysis of an extreme flash flood: The 2016-05-29 event in Braunsbach, SW Germany, *Sci. Total Environ.*, 630, 977–991, doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.241>, 2018.
- Caisse Centrale de Réassurance (CCR): Orages en Meurthe-et-Moselle en mai 2012. [online] Available from: [https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/001872\\_orages-en-meurthe-et-moselle-en-mai-2012](https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/001872_orages-en-meurthe-et-moselle-en-mai-2012), 2020.
- 25 Van Campenhout, J., Hallot, E., Houbrechts, G., Peeters, A., Levecq, Y., Gérard, P. and Petit, F.: Flash floods and muddy floods in Wallonia: Recent temporal trends, spatial distribution and reconstruction of the hydrosedimentological fluxes using

- flood marks and sediment deposits, *Belgeo*, 1, 0–26, doi:10.4000/belgeo.16409, 2015.
- France 3 - Grand Est: Saint-Avold : près de 600 interventions après un violent orage , 12th July [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/2014/07/12/saint-avold-pres-de-600-interventions-apres-un-violent-orage-516161.html>, 2014.
- France 3 - Grand Est: Briey (54) inondée, [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/meurthe-et-moselle/briey-54-inondee-1010579.html>, 2016a.
- France 3 - Grand Est: C'est l'heure du nettoyage à Avenay-Val-d'Or (Marne) après les orages de ce mardi , 7th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/marne/c-est-l-heure-du-nettoyage-avenay-val-d-or-marne-apres-les-orages-de-ce-mardi-1017887.html>, 2016b.
- France 3 - Grand Est: Des orages et inondations ont touché la Moselle et le Luxembourg , 22nd July [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/moselle/des-orages-et-inondations-ont-touche-la-moselle-et-le-luxembourg-1053137.html>, 2016c.
- France 3 - Grand Est: Inondations dans le secteur de Niederbronn-les-Bains , 17th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/bas-rhin/inondations-dans-le-secteur-de-niederbronn-les-bains-1026191.html>, 2016d.
- France 3 - Grand Est: Inondations du côté de Lunéville : le village de Valhey frappé en 10 minutes , 4th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/meurthe-et-moselle/inondations-du-cote-de-luneville-le-village-de-valhey-frappe-en-10-minutes-1015321.html>, 2016e.
- France 3 - Grand Est: Intempéries à Berstett : “on se retrouve avec un tsunami dans la pépinière,” , 30th May [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/bas-rhin/intemperies-berstett-se-retrouve-avec-un-tsunami-dans-la-pepiniere-1009773.html>, 2016f.
- France 3 - Grand Est: Les images des inondations impressionnantes à Margut et Sapogne-sur-Marche (Ardennes) tournées par des habitants , 5th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/l-histoire-du-pont-emporte-par-les-eaux-de-sapogne-sur-marche-1015627.html>, <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/ardennes/les-images-des-inondations-impressionnantes-margut-et-sapogne-sur-marc>, 2016g.
- France 3 - Grand Est: Silvange (57) un lotissement prend l'eau en quelques minutes , 8th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/moselle/silvange-57-un-lotissement-prend-l-eau-en-quelques-minutes-1017969.html>, 2016h.
- France 3 - Grand Est: Alsace: Importantes inondations et coulées de boues à Geudertheim dans le Bas-Rhin , 13th May [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/alsace-importantes-coulees-boues-geudertheim-bas-rhin-1474401.html>, 2018a.
- France 3 - Grand Est: Importantes inondations à Cirfontaines-en-Azois et Orges en Haute-Marne , 5th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/importantes-inondations-cirfontaines-azois-orges-haute-marne-1488611.html>, 2018b.

- France 3 - Grand Est: Inondations et coulées de boue : de gros dégâts à Hattstatt et Voegtlinshoffen, , 13th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/inondations-secteurs-colmar-oltingue-molsheim-obernai-touches-1493627.html>, 2018c.
- France 3 - Grand Est: Intempéries : importants dégâts à Epinal, , 29th May [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/vosges/epinal/intemperies-importants-degats-epinal-1484295.html>, 2018d.
- France 3 - Grand Est: Orages : le plateau de Langres particulièrement touché par les inondations, , 6th June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/orages-plateau-langres-particulierement-touche-inondations-1489387.html>, 2018e.
- France 3 - Grand Est: Orages : Lenoncourt sous les eaux, , 1st June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/meurthe-et-moselle/nancy/orages-lenoncourt-eaux-1486391.html>, 2018f.
- France 3 - Grand Est: Violents orages en Alsace : jusqu'à 1,70 m d'eau à Gougenheim, une des communes les plus touchées, , 1st June [online] Available from: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/violents-orages-alsace-170-m-eau-gougenheim-communes-plus-touchees-1486085.html>, 2018g.
- Göppert, H.: Auswertung von abgelaufenen Starkregenereignissen über Radarmessungen, *Wasserwirtschaft*, 108(11), 44–50, doi:10.1007/s35147-018-0223-8, 2018.
- Johst, M.: Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete, in *Veranstaltung zu Starkregen und Hochwasserschutz im Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten*. [online] Available from: [https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Downloads/Fachveranstaltung\\_Starkregen/Top4\\_Fruehwarnung\\_Johst\\_LfU.pdf](https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Downloads/Fachveranstaltung_Starkregen/Top4_Fruehwarnung_Johst_LfU.pdf), 2018.
- Johst, M., Gerlach, N. and Demuth, N.: Starkregen und Hochwasser im Mai/Juni 2018, Mainz, Germany. [online] Available from: [http://www.hochwasser-rlp.de/publikationen/bericht\\_juni\\_2018.pdf](http://www.hochwasser-rlp.de/publikationen/bericht_juni_2018.pdf), 2018.
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des T. et du L.: L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011. [online] Available from: [http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/epri\\_rhin\\_maquettage\\_final2\\_cle2fc92b.pdf](http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/epri_rhin_maquettage_final2_cle2fc92b.pdf), 2011.
- News Trier (Blaes): Sturzflut in Niederweiler im Hunsrück, knapp 100 Kräfte im Einsatz, [online] Available from: <https://news-trier.de/sturzflut-in-niederweiler-im-hunsrueck-knapp-100-kraefte-im-einsatz/>, 2020.
- Pfister, L., Faber, O., Hostache, R., Iffly, J. F., Matgen, P., Minette, F., Trebs, I., Bastian, C., Göhlhausen, D., Meisch, C. and Patz, N.: Crue éclair du 22 juillet 2016 dans la region de Larochette - Étude mécanistique et fréquentielle réalisée en 2018 pour le compte de l'Administration de la gestion de l'eau, Esch-sur-Alzette. [online] Available from: <https://eau.gouvernement.lu/dam-assets/publications/crue-éclair-du-22-juillet-2016/1812-LIST-BrochureCrueEclair.pdf>, 2018.
- Pfister, L., Douinot, A., Hostache, R., François, I. J., Matgen, P., Minette, F., Bastian, C., Gilbertz, C., Göhlhausen, D., Meisch, C. and Patz, N.: Crues subites 2018 - Étude mécanistique et fréquentielle des crues subites de 2018 au Luxembourg, Esch-sur-Alzette. [online] Available from: <https://eau.gouvernement.lu/fr/services-aux-citoyens/publications/2021/brochures/Crues-subites-2018.html>, 2020.

95 Ruiz-Villanueva, V., Borga, M., Zoccatelli, D., Marchi, L., Gaume, E. and Ehret, U.: Extreme flood response to short-duration convective rainfall in South-West Germany, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16(5), 1543–1559, doi:10.5194/hess-16-1543-2012, 2012.

Wald + Corbe: Personal communication (Göppert, Hans; Schäfer, Catharin), , c.schaefer@wald-corbe.de; h.goeppert@wald-corbe.de, 2021.

100