

HYDRODEMO: Evaluation de l'aléa torrentiel

Hydrologie et transport solide des petits bassins versants de montagne des Alpes du Nord



Juliette BLANCHET, François COLLEONI, Guillaume EVIN, Catherine FOUCHIER, Caroline LE BOUTEILLER, Alexandre MAS, Maxime MOREL, Loïc ORILLARD, Guillaume PITON, Alix REVERDY

Partenaires



Avec le soutien de



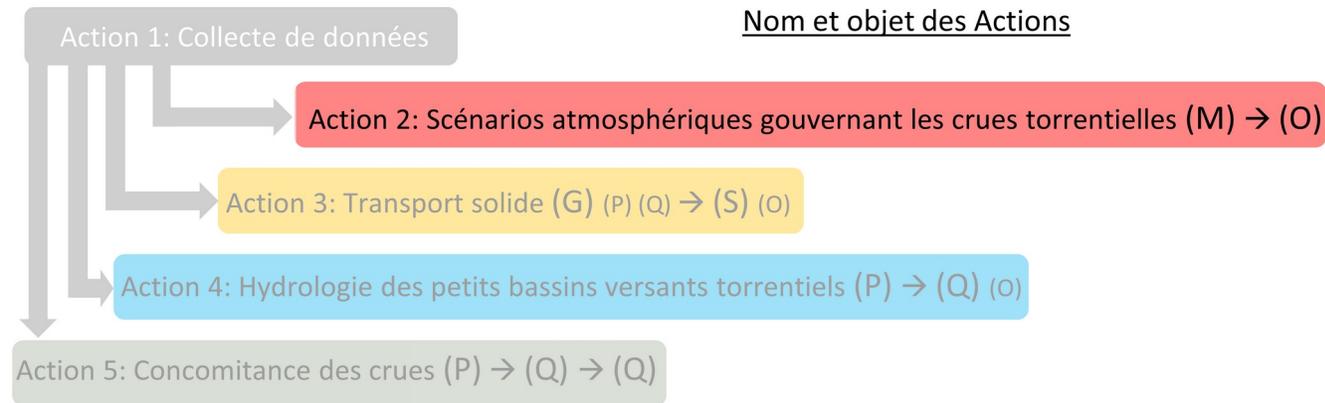
Organisation



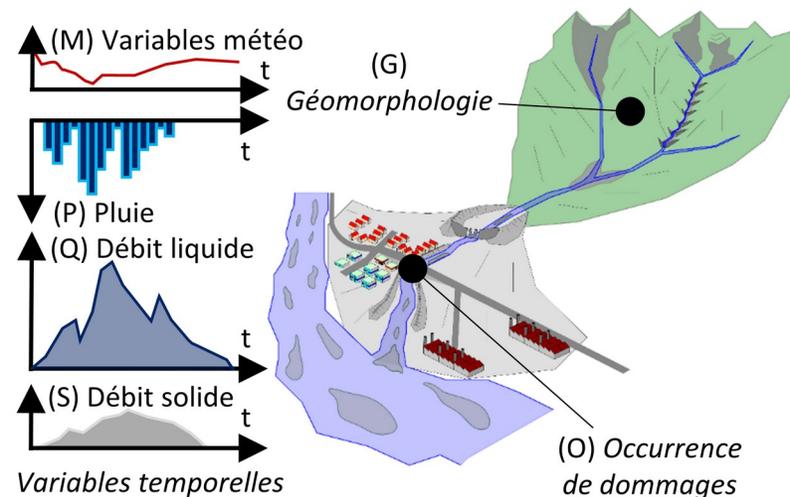
Pôle Alpin Risques Naturels

Action 2: Caractériser les scénarios atmosphériques gouvernant les crues torrentielles

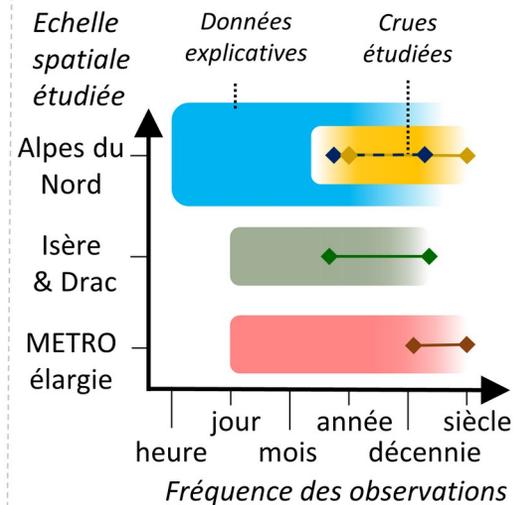
IGE: Alix Reverdy (IR), Périne Kiennemann (stagiaire M2), Supervision Juliette Blanchet



Variables principales étudiées



Echelles spatiales et temporelles



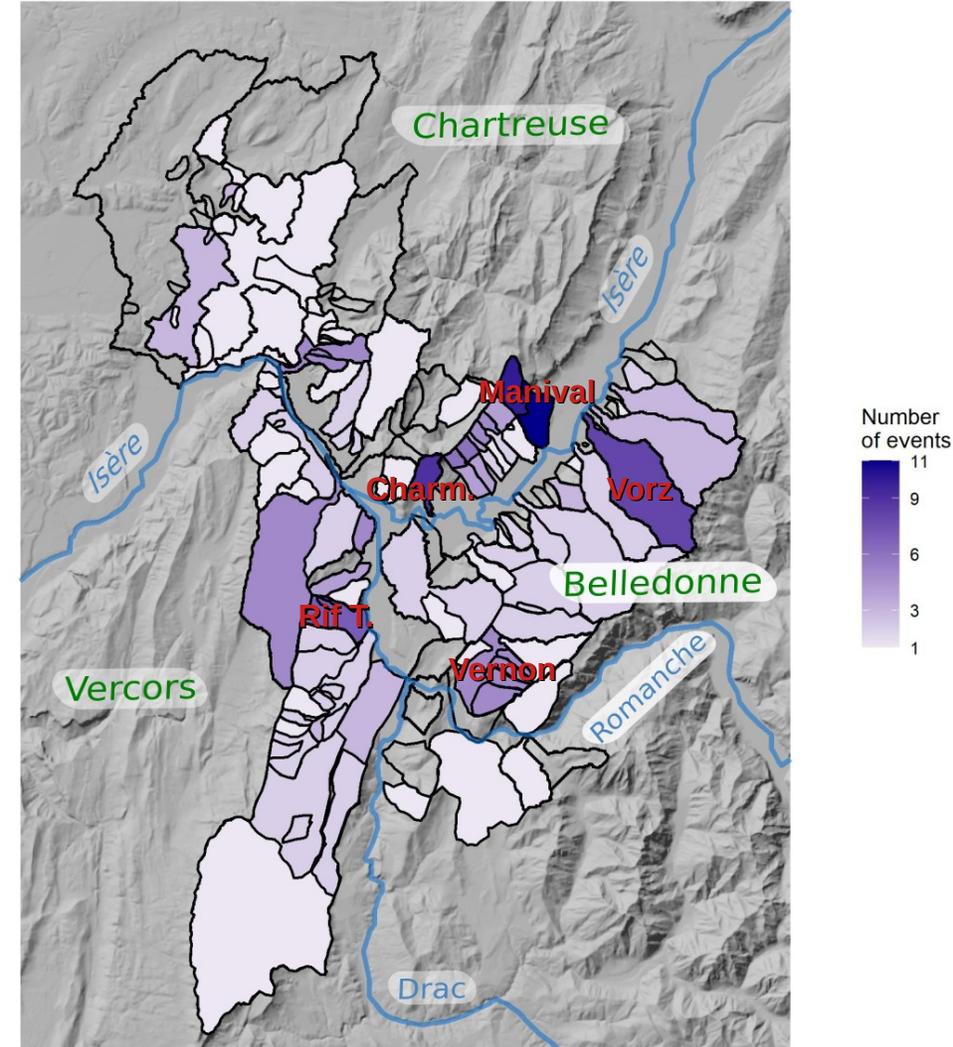
Événements torrentiels sur la Métropole

- **Problème de données torrentielles:** très peu de bassins versants instrumentés et encore moins sur le long terme. (Doménon depuis 2018, Sonnant discontinu depuis 1997, Furon, Vence).
- **Base de données RTM-IGE :** RTM + littérature. Regroupés en événements météo, enlevé les faibles intensités seules



→ Base de données de 104 dates à « **dommages remarqués** » entre 1850 et 2019.

70 événements présentant au moins une crue torrentielle
→ temps de retour 3 ans à l'échelle du Y
10 à 150 ans à l'échelle des unités torrentielles



Nombre d'événements par unité torrentielle

Les trois approches

PAR CLASSIFICATION EN TYPE DE TEMPS

Classif. EDF : 1950-2017
Classif. Lamb : 1851-2014

PAR OCCURRENCE DE RIVIERE ATMOSPH.

Forts transports de
vapeur zonaux

PAR VARIABLE ATMOSPH.

Instabilité, température,
humidité, ...

Les trois approches

PAR CLASSIFICATION EN TYPE DE TEMPS

Classif. EDF : 1950-2017
Classif. Lamb : 1851-2014

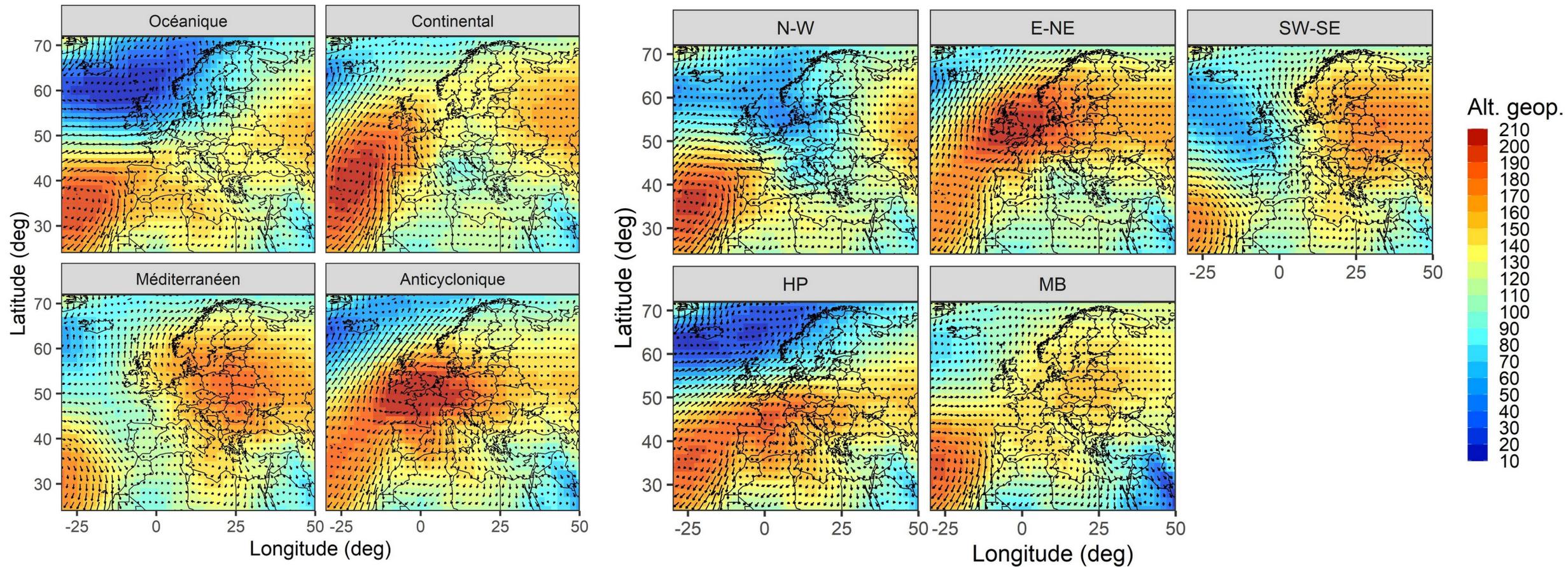
PAR OCCURRENCE DE RIVIERE ATMOSPH.

Forts transports de
vapeur zonaux

PAR VARIABLE ATMOSPH.

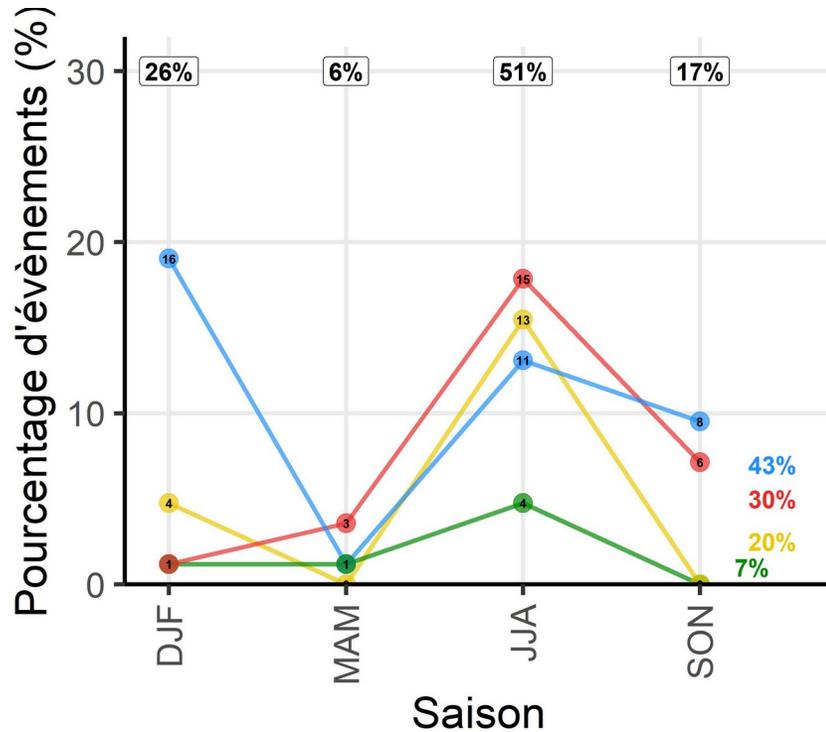
Instabilité, température,
humidité, ...

Classifications en type de temps

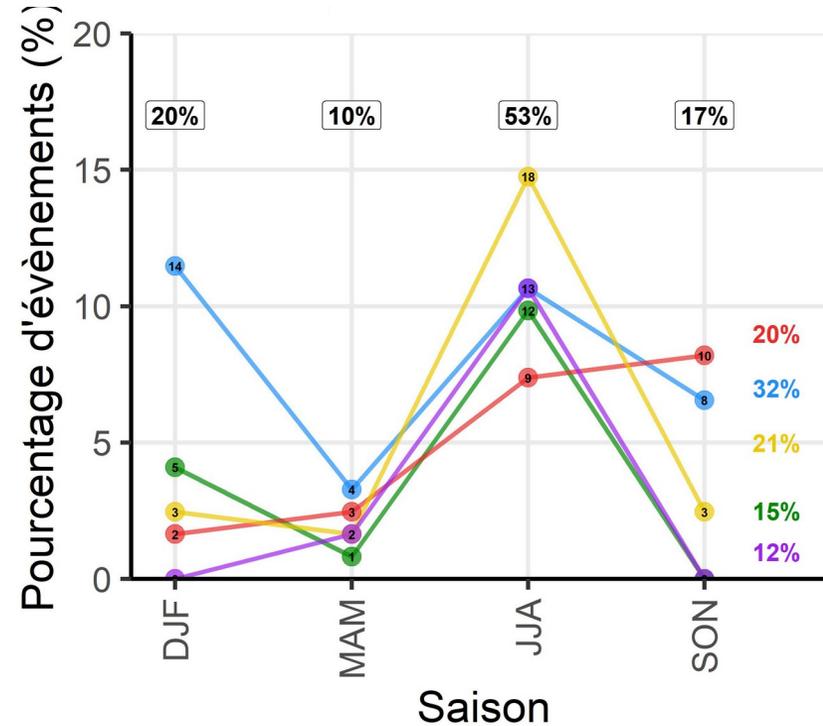


Altitude moyenne du géopotential à 1000 hPa (en mètres) et vecteurs vents associés pour la classification EDF (gauche) et Lamb (droite)

Types de temps aux dates de crues torrentielles



Saisonnalité du TT EDF aux dates de crues (1948-2019) (46 évts)

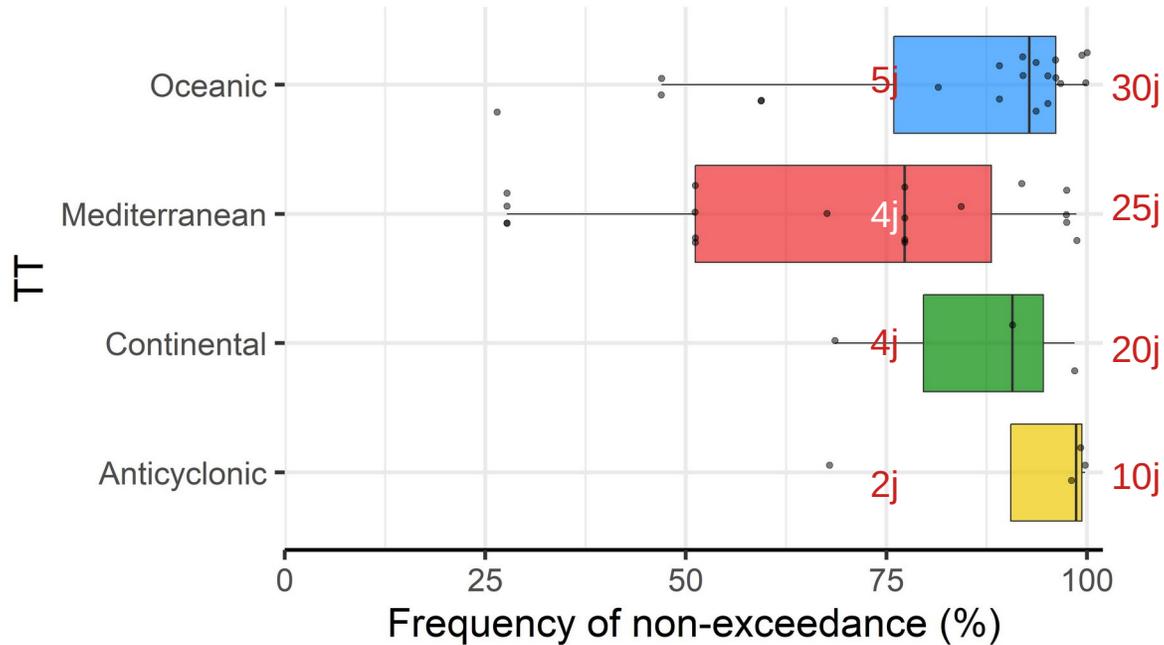


Saisonnalité du TT Lamb aux dates de crues (1950-2014) (66 évts)

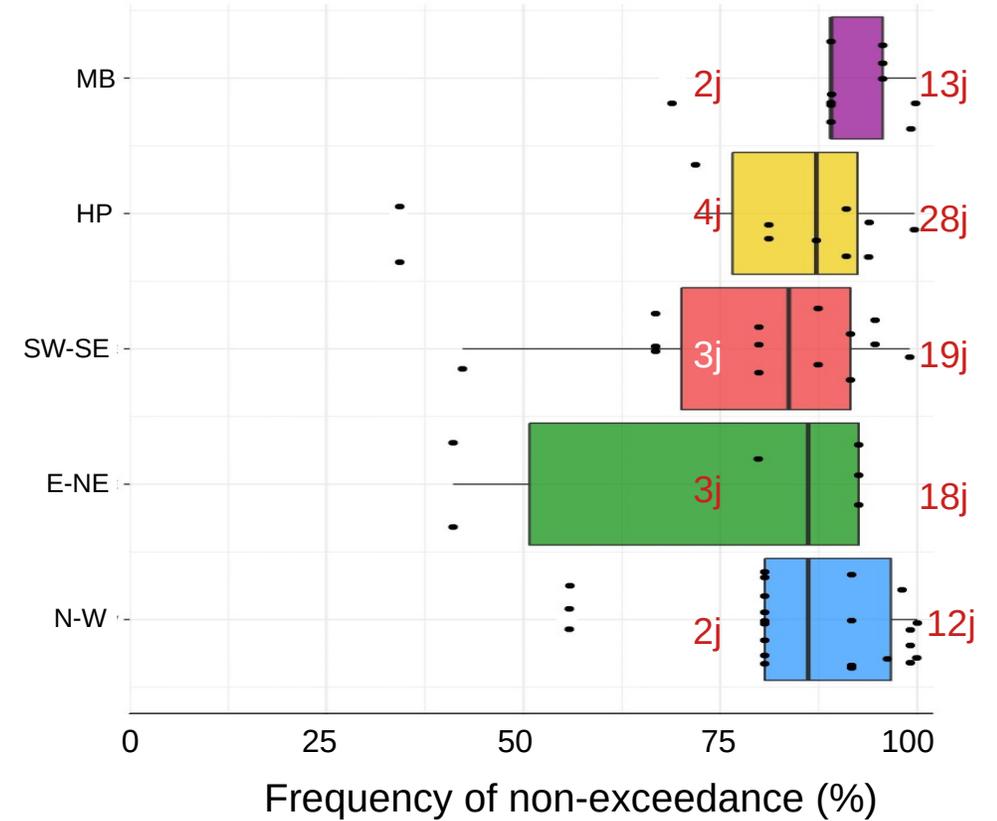
- Une majorité (>50%) des événements ont lieu pendant l'été
- **Mix de types de temps en été**
- Événements d'hiver (20%) engendrés presque toujours par des circulations « **océaniques** » mais beaucoup (37 %) de jours ont une circulation océanique

=> Le type de temps n'explique pas bien la plupart des événements torrentiels

Persistence des TT aux dates de crues torrentielles



Persistence du TT EDF aux dates de crues (1948-2019) (46 évts)



Persistence du TT Lamb aux dates de crues (1950-2014) (66 évts)

Parmi les plus fortes persistences
=> « stationnarité » du flux

Les trois approches

PAR CLASSIFICATION EN TYPE DE TEMPS

Classif. EDF : 1950-2017
Classif. Lamb : 1851-2014

PAR OCCURRENCE DE RIVIERE ATMOSPH.

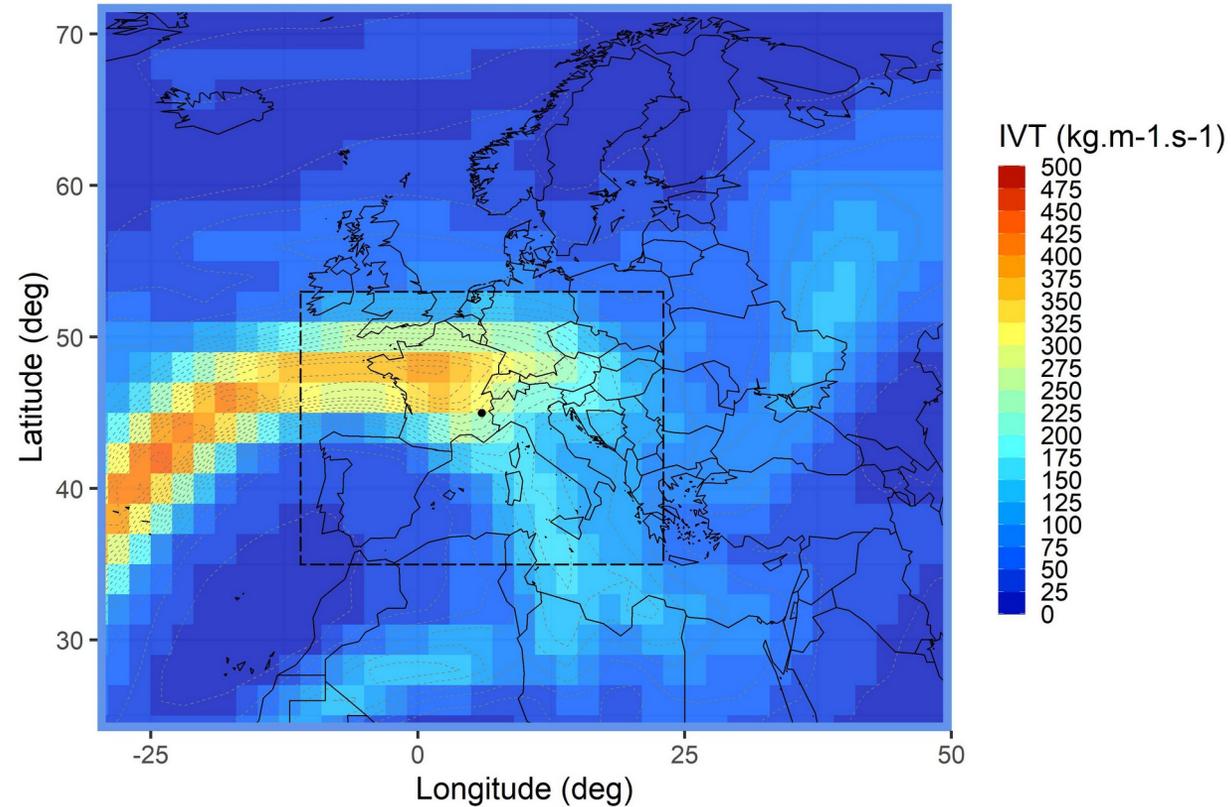
Forts transports de
vapeur zonaux

PAR VARIABLE ATMOSPH.

Instabilité, température,
humidité, ...

Rivières atmosphériques

Rivière atmosphérique = fort transport zonal de vapeur vers la région grenobloise, le long d'une bande restreinte

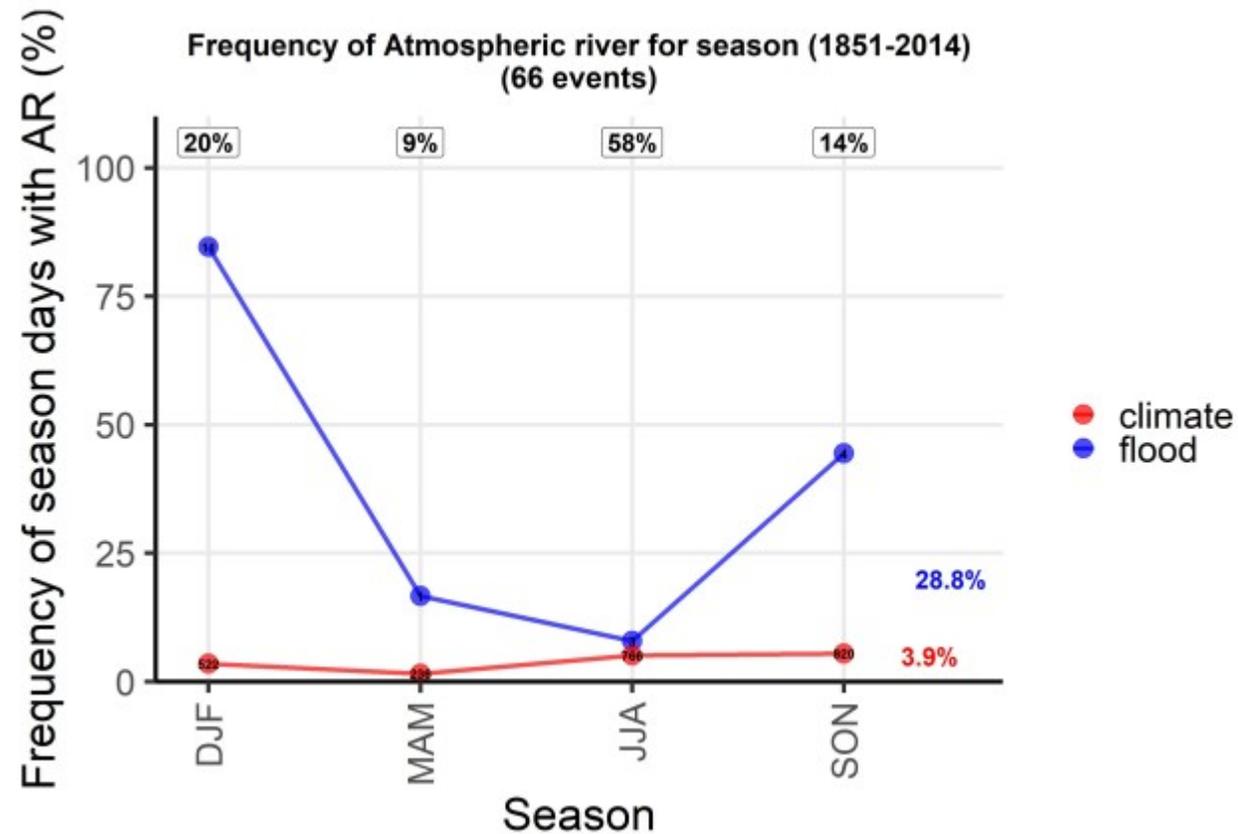


Transport de vapeur lors d'une situation de rivière atmosphérique (crue du Rif Talon du 14/01/1899) - données 20CR

=> algorithme de détection.

Chaque jour : occurrence ou non de rivière atmosphérique

Rivières atmosphériques aux dates de crues torrentielles



% de jours de chaque saison avec des rivières atmosphériques

=> Les rivières atmosphériques expliquent très bien les crues d'hiver
En été : pas mieux que la climatologie

Les trois approches

PAR CLASSIFICATION EN TYPE DE TEMPS

Classif. EDF : 1950-2017
Classif. Lamb : 1851-2014

PAR OCCURRENCE DE RIVIERE ATMOSPH.

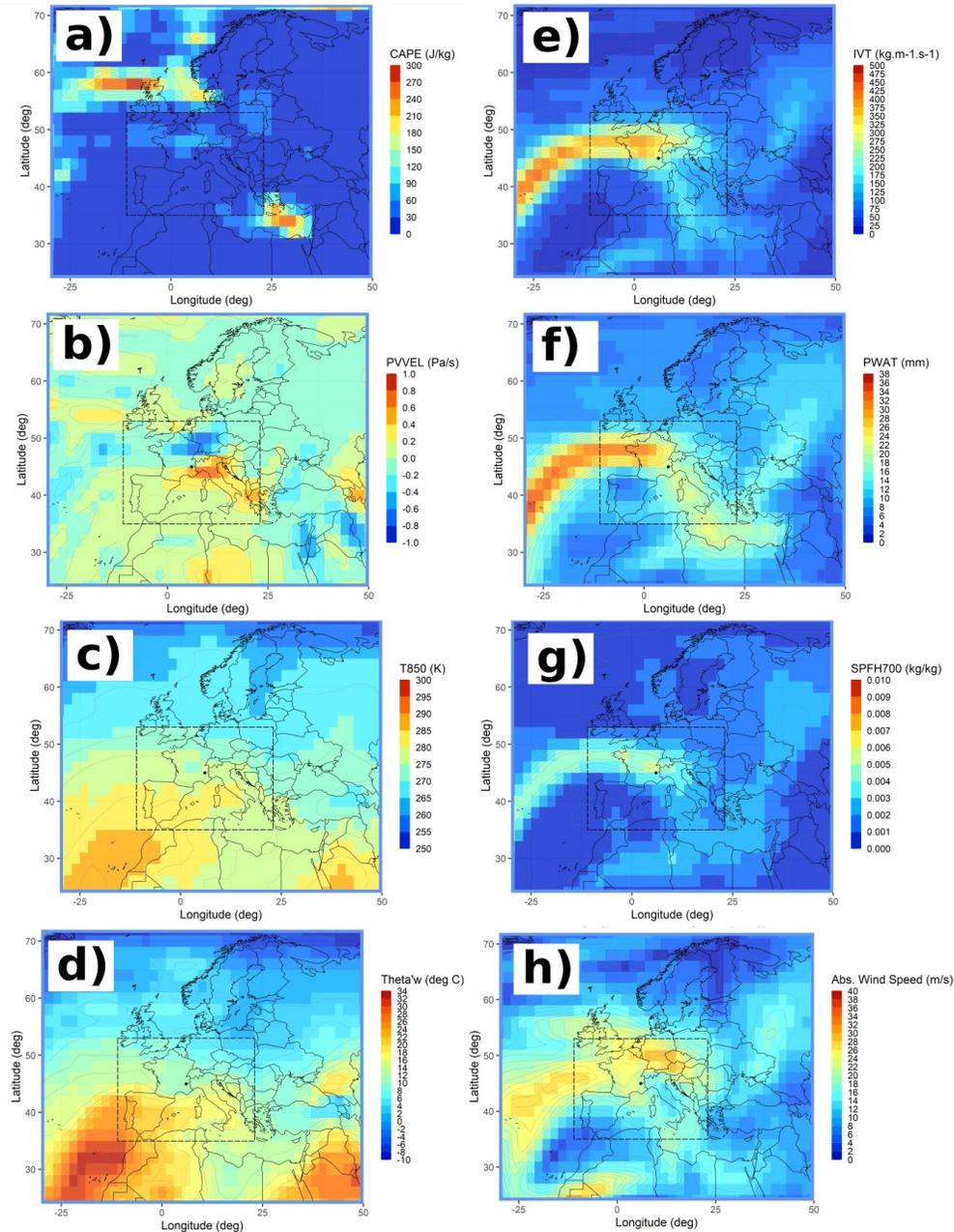
Forts transports de
vapeur zonaux

PAR VARIABLE ATMOSPH.

Instabilité, température,
humidité, ...

Les variables considérées

- a) CAPE (instabilité)
- b) PVVEL (vitesse verticale)
- c) T850 (température)
- d) Theta'w (T° & humidité)
- e) IVT (transport de vapeur)
- f) PWAT (eau précipitable)
- g) Q700 (humidité)
- h) V700 (vitesse horizontale)

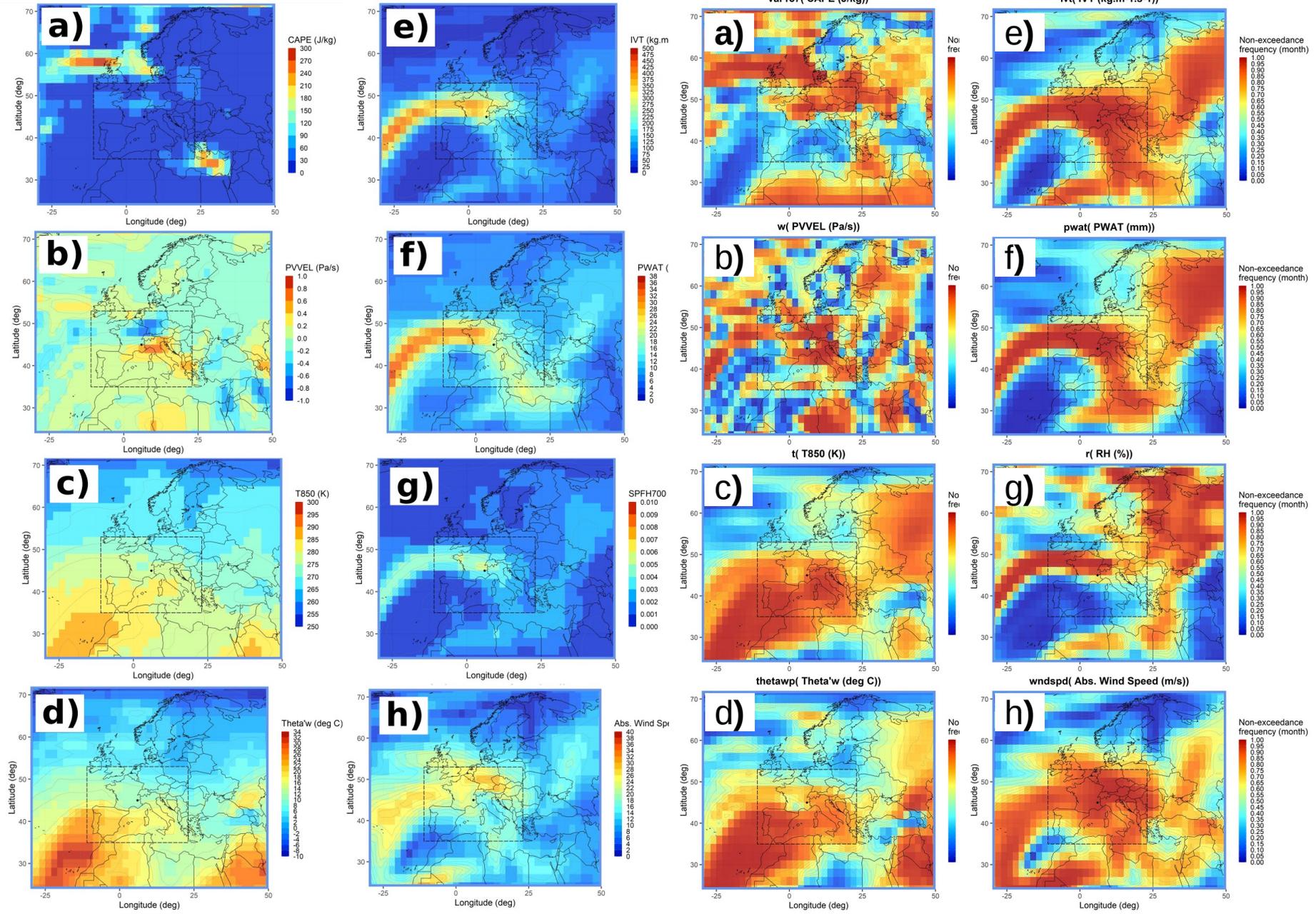




HYDRODEMO

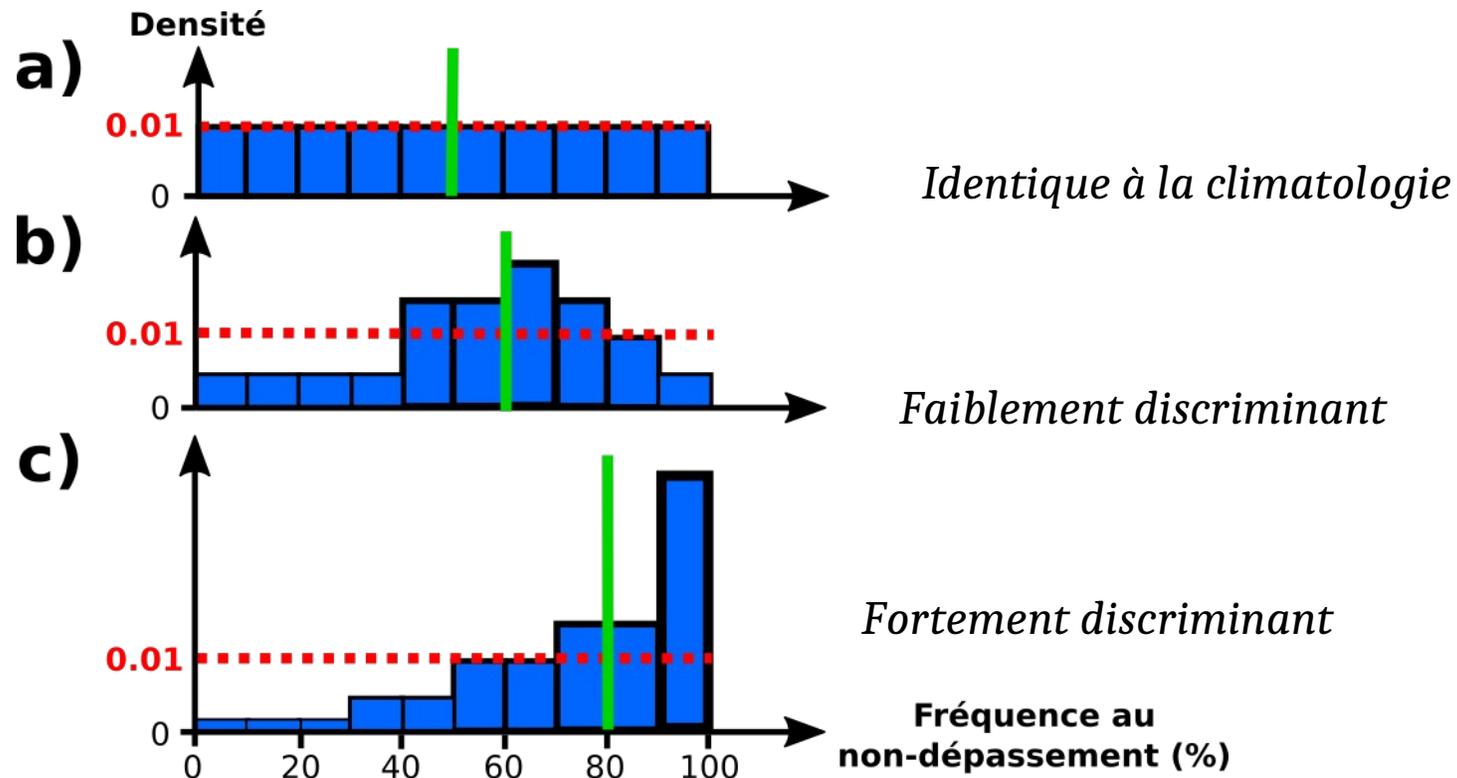
Les variables considérées

- a) CAPE (instabilité)
- b) PVVEL (vitesse verticale)
- c) T850 (température)
- d) Theta'w (T° & humidité)
- e) IVT (transport de vapeur)
- f) PWAT (eau précipitable)
- g) Q700 (humidité)
- h) V700 (vitesse horizontale)



Indice de discrimination

- Les variables considérées sont-elles « spéciales » les jours de crues torrentielles ?
=> exceptionnellement faibles ou fortes ?
- Score de pouvoir discriminant (SPD)

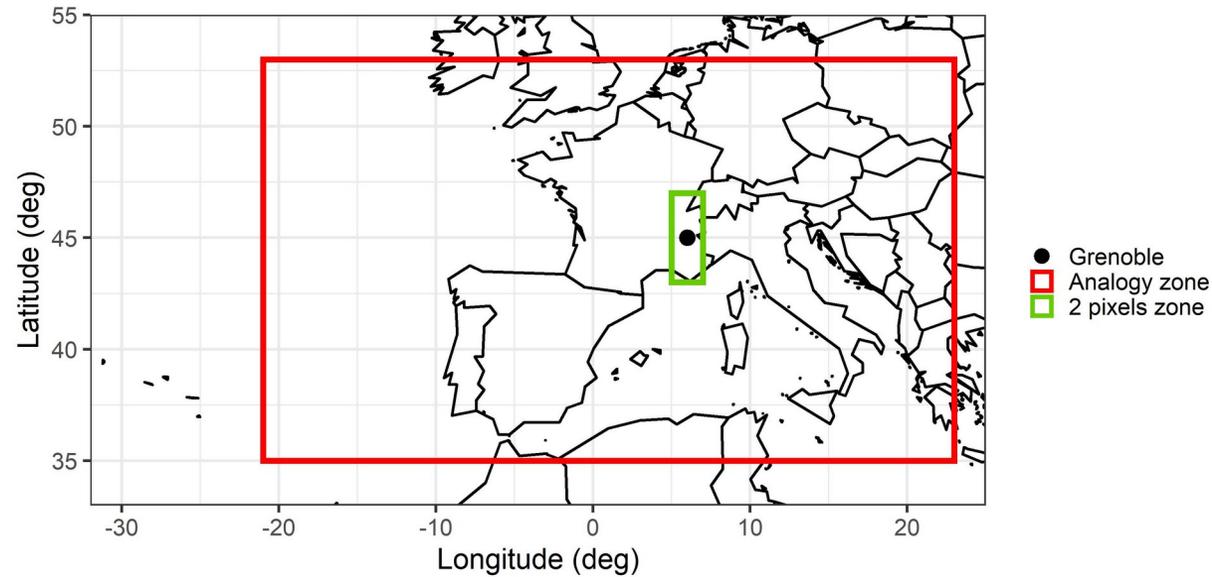


- Ecart à la distribution climatologique (EDC)
=aire entre l'histogramme et la droite uniforme (faible)
- Médiane (forte/faible)
- SPD=combinaison des 2

Indicateurs considérés

Circulation grande échelle	cel
	celnei
	sing
	singnei
	rsing
	rsingnei
Instabilité	MPD
	cape_avrg_2px
	cape_max_2px
Transport de vapeur	cape_min_2px
	ivt_avrg
	ivt_avrg_2px
	ivt_max_2px
	ivt_min_2px
Eau précipitable	ivt_q95
	pwat_avrg
	pwat_avrg_2px
	pwat_max_2px
	pwat_min_2px
Humidité spécifique	nwat_q95
	q700_avrg
	q700_avrg_2px
	q700_max_2px
	q700_min_2px
Tempéra. potentielle	n700_q95
	t850_avrg
	t850_avrg_2px
	t850_max_2px
	t850_MD
	t850_min_2px
	t850_q5
	t850_q95
	th850_avrg
	th850_avrg_2px
	th850_max_2px
	th850_MD
	th850_min_2px
	th850_q5
	th850_q95
Vitesse horiz. vent	v700_avrg
	v700_avrg_2px
	v700_max_2px
	v700_min_2px
	v700_q95
Vitesse vert. vent	vvel700_MD

Indicateurs locaux (2 pixels) et grande échelle (moyenne ou quantile)



Zones utilisées pour le calcul des indicateurs
1 pixel = 2°=220km



Performance des variables

	med	EDC	SPD	medNW	EDC_NW	SPD_NW	medENE	EDC_ENE	SPD_ENE	medSWSE	EDC_SWSE	SPD_SWSE	medHP	EDC_HP	SPD_HP	medMB	EDC_MB	SPD_MB	
Circulation grande échelle	cel	35,71	0,036	0,06	19,81	0,06	0,2	62,7	0,1	0,14	24,08	0,077	0,22	49,69	0,067	0	85,96	0,085	0,34
	celnei	44,26	0,027	0,02	50,58	0,036	0	90,9	0,12	0,55	27,82	0,092	0,23	13	0,104	0,43	76,56	0,087	0,26
	sing	34,16	0,04	0,07	28,07	0,057	0,14	91,82	0,14	0,65	27	0,092	0,24	19,02	0,105	0,36	76,65	0,065	0,19
	singnei	37,96	0,035	0,05	33,42	0,053	0,1	93,76	0,14	0,68	27,61	0,054	0,13	13,77	0,087	0,35	75,5	0,085	0,24
	rsing	32,15	0,039	0,08	15,73	0,078	0,3	66,53	0,1	0,18	21,21	0,077	0,25	33,08	0,122	0,23	71,09	0,049	0,11
	rsingnei	30,15	0,052	0,11	16,42	0,078	0,29	69,37	0,08	0,17	20,72	0,086	0,28	11,85	0,104	0,44	71,02	0,085	0,2
Instabilité	MPD	68,25	0,044	0,09	79,46	0,073	0,24	8,14	0,14	0,65	64,32	0,069	0,11	81,99	0,104	0,37	26,97	0,086	0,22
	cape_avrg_2px	79,75	0,071	0,23	76,59	0,078	0,23	91,12	0,16	0,73	88,56	0,126	0,54	85,21	0,122	0,48	35,34	0,065	0,11
	cape_max_2px	80,35	0,07	0,24	78,14	0,071	0,22	90,32	0,14	0,63	89,01	0,126	0,55	82,42	0,119	0,43	35,22	0,067	0,11
	cape_min_2px	78,95	0,074	0,24	78,64	0,083	0,26	92,71	0,139	0,66	87,12	0,111	0,46	78,98	0,123	0,4	43,46	0,082	0,06
Transport de vapeur	ivt_avrg	73,5	0,049	0,13	88,94	0,098	0,42	60,17	0,08	0,09	68,78	0,048	0,1	90,35	0,122	0,55	23,46	0,067	0,2
	ivt_avrg_2px	84,84	0,066	0,26	94,3	0,11	0,54	13,52	0,12	0,49	79,29	0,068	0,22	97,47	0,107	0,56	51,54	0,067	0,01
	ivt_max_2px	83,08	0,073	0,27	92,86	0,11	0,52	16,13	0,14	0,53	76,84	0,091	0,27	96,39	0,125	0,64	59,36	0,051	0,05
	ivt_min_2px	80,01	0,066	0,22	94,53	0,113	0,56	13,1	0,12	0,49	80,01	0,068	0,23	97,18	0,124	0,65	36,75	0,067	0,1
	ivt_q95	69,44	0,05	0,11	91,87	0,098	0,46	43,21	0,08	0,06	78,2	0,097	0,3	70,62	0,067	0,15	16,55	0,086	0,32
Eau précipitable	pwat_avrg	71,82	0,053	0,13	82,13	0,09	0,32	83,43	0,12	0,45	67,45	0,091	0,18	57,68	0,065	0,06	41,93	0,085	0,08
	pwat_avrg_2px	81,64	0,079	0,28	89,97	0,115	0,51	90,66	0,14	0,63	68,51	0,068	0,14	90,64	0,142	0,64	28,59	0,051	0,12
	pwat_max_2px	79,2	0,074	0,24	89,62	0,115	0,51	89,41	0,12	0,53	66,19	0,071	0,13	89,06	0,105	0,46	53,71	0,069	0,03
	pwat_min_2px	83,53	0,073	0,27	91,9	0,106	0,49	91,42	0,16	0,74	67,72	0,063	0,12	84,22	0,122	0,46	34,51	0,049	0,08
	nwat_q95	71	0,045	0,11	82,75	0,095	0,35	74,6	0,1	0,27	69,66	0,106	0,23	49,67	0,085	0	27,33	0,085	0,21
Humidité spécifique	q700_avrg	68,01	0,044	0,09	82,64	0,087	0,32	85,59	0,14	0,55	72,58	0,083	0,21	38,94	0,085	0,1	44,04	0,069	0,05
	q700_avrg_2px	84,66	0,079	0,3	91,65	0,123	0,57	94,59	0,14	0,69	70,61	0,063	0,14	90,54	0,122	0,55	41,34	0,084	0,08
	q700_max_2px	85,94	0,076	0,3	91,67	0,118	0,55	94,99	0,14	0,7	67,54	0,069	0,13	92,67	0,124	0,59	41,58	0,106	0,1
	q700_min_2px	84,9	0,085	0,33	89,86	0,123	0,54	93,34	0,14	0,67	72,84	0,06	0,15	87,63	0,122	0,51	52,53	0,033	0,01
	q700_q95	73,87	0,059	0,16	79,85	0,107	0,35	74,54	0,12	0,33	68,1	0,063	0,13	53,01	0,033	0,01	55,86	0,065	0,04
Tempéra. potentielle	t850_avrg	68,35	0,056	0,11	75,77	0,073	0,21	83,26	0,12	0,44	72,47	0,063	0,16	53,61	0,069	0,03	53,95	0,065	0,03
	t850_avrg_2px	72,96	0,059	0,15	78,71	0,07	0,22	76,12	0,14	0,41	74,44	0,083	0,23	67,51	0,087	0,17	40,52	0,051	0,05
	t850_max_2px	73,25	0,065	0,17	76,08	0,073	0,21	73,98	0,14	0,37	80	0,077	0,26	70,14	0,087	0,19	61,45	0,067	0,09
	t850_MD	52,72	0,039	0,01	71,12	0,061	0,14	69,3	0,08	0,17	36,44	0,072	0,11	82,78	0,085	0,31	36,87	0,087	0,13
	t850_min_2px	74,03	0,054	0,14	79,73	0,078	0,26	81,21	0,14	0,49	73,7	0,091	0,24	64,84	0,086	0,14	41,93	0,033	0,03
	t850_q5	64,05	0,037	0,06	66,68	0,053	0,1	82,51	0,1	0,36	72,45	0,054	0,13	38,9	0,049	0,06	70,15	0,067	0,15
	t850_q95	70,87	0,044	0,1	76,91	0,07	0,21	18,96	0,12	0,41	80,78	0,091	0,31	73,23	0,069	0,18	37,1	0,066	0,09
	th850_avrg	68,5	0,052	0,11	73,26	0,077	0,2	87,41	0,12	0,5	69,14	0,066	0,14	43,33	0,085	0,06	61,72	0,067	0,09
	th850_avrg_2px	71,55	0,059	0,14	75,37	0,062	0,17	77,28	0,12	0,36	77,83	0,091	0,28	60,3	0,069	0,08	71,02	0,087	0,2
	th850_max_2px	70,56	0,058	0,13	70,79	0,05	0,12	82,16	0,1	0,36	77,13	0,097	0,29	63,16	0,104	0,15	67,3	0,104	0,2
	th850_MD	69,91	0,049	0,11	74,9	0,062	0,17	14,24	0,14	0,56	79,82	0,077	0,26	75,73	0,087	0,25	29,33	0,086	0,2
	th850_min_2px	73,35	0,056	0,15	80,17	0,073	0,24	77,58	0,14	0,43	76,2	0,083	0,24	55,52	0,069	0,04	48,29	0,033	0,01
	th850_q5	66,66	0,037	0,07	68,71	0,053	0,11	84,17	0,12	0,46	76,24	0,069	0,2	35,5	0,065	0,1	70,94	0,051	0,12
th850_q95	71,84	0,043	0,1	78,49	0,065	0,21	11,91	0,12	0,51	68,8	0,074	0,15	74,53	0,069	0,19	65,25	0,049	0,08	
Vitesse horiz. vent	v700_avrg	61,88	0,038	0,05	83,14	0,068	0,25	33,28	0,14	0,26	72,07	0,077	0,19	67,75	0,104	0,21	30,51	0,086	0,19
	v700_avrg_2px	68,31	0,055	0,11	87,2	0,09	0,37	3,78	0,14	0,72	84,24	0,091	0,35	94,22	0,105	0,52	26,27	0,067	0,18
	v700_max_2px	71,38	0,056	0,13	86,67	0,098	0,4	3,85	0,14	0,72	81,31	0,074	0,26	94,08	0,105	0,51	22,73	0,088	0,27
	v700_min_2px	68,7	0,049	0,1	87,45	0,082	0,34	7,32	0,14	0,66	86,53	0,083	0,34	86,14	0,104	0,42	31,1	0,066	0,14
	v700_q95	71,42	0,046	0,11	85,29	0,093	0,36	23,7	0,1	0,29	74,08	0,071	0,19	72,62	0,084	0,21	28,77	0,066	0,16
Vitesse vert. vent	vvel700_MD	53,51	0,032	0,01	87,93	0,098	0,41	27,16	0,14	0,36	38,79	0,063	0,08	60,3	0,085	0,1	25,22	0,049	0,13
	ironc_md	3,76	0,028	0,14	4,36	0,013	0,07	1,67	0,052	0,28	1,93	0,022	0,12	4,43	0,023	0,12	0,02	0,038	0,21

Tableau de performance des variables. Couleur foncée = meilleur performance



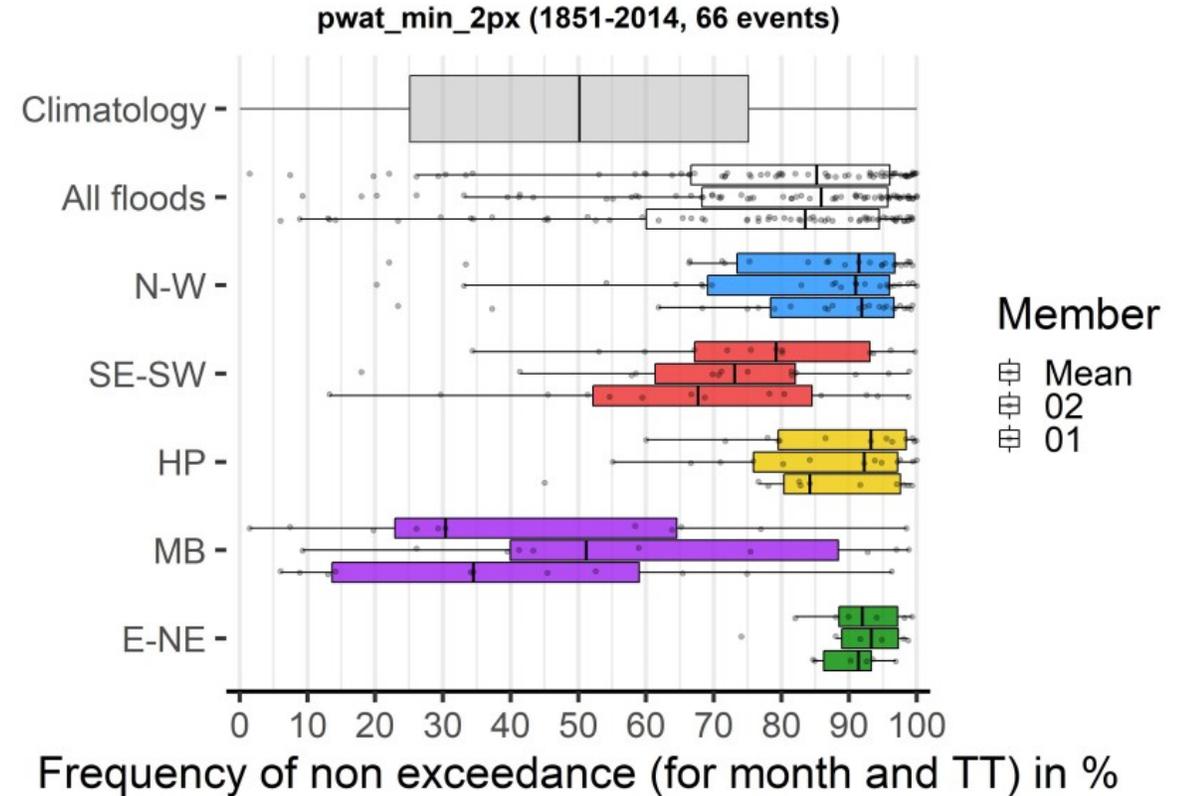
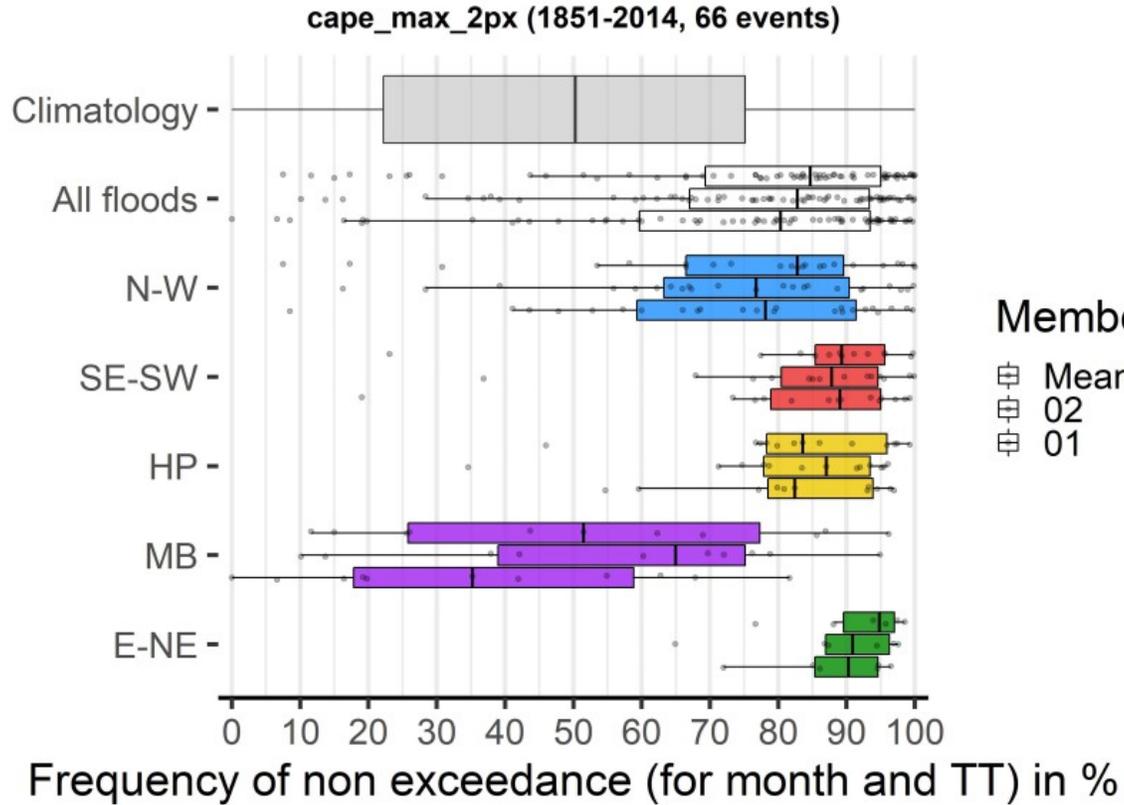
HYDRODEMO

Performance des variables

	med	EDC	SPD	medNW	EDC_NW	SPD_NW	medENE	EDC_ENE	SPD_ENE	medSWSE	EDC_SWSE	SPD_SWSE	medHP	EDC_HP	SPD_HP	medMB	EDC_MB	SPD_MB	
Circulation grande échelle	cel	35,71	0,036	0,06	19,81	0,06	0,2	62,7	0,1	0,14	24,08	0,077	0,22	49,69	0,067	0	85,96	0,085	0,34
	celnei	44,26	0,027	0,02	50,58	0,036	0	90,9	0,12	0,55	27,82	0,092	0,23	13	0,104	0,43	76,56	0,087	0,26
	sing	34,16	0,04	0,07	28,07	0,057	0,14	91,82	0,14	0,65	27	0,092	0,24	19,02	0,105	0,36	76,65	0,065	0,19
	singnei	37,96	0,035	0,05	33,42	0,053	0,1	93,76	0,14	0,68	27,61	0,054	0,13	13,77	0,087	0,35	75,5	0,085	0,24
	rsing	32,15	0,039	0,08	15,73	0,078	0,3	66,53	0,1	0,18	21,21	0,077	0,25	33,08	0,122	0,23	71,09	0,049	0,11
	rsingnei	30,15	0,052	0,11	16,42	0,078	0,29	69,37	0,08	0,17	20,72	0,086	0,28	11,85	0,104	0,44	71,02	0,085	0,2
Instabilité	MPD	68,25	0,044	0,09	79,46	0,073	0,24	8,14	0,14	0,65	64,32	0,069	0,11	81,99	0,104	0,37	26,97	0,086	0,22
	cape_avrg_2px	79,75	0,071	0,23	76,59	0,078	0,23	91,12	0,16	0,73	88,56	0,126	0,54	85,21	0,122	0,48	35,34	0,065	0,11
Transport de vapeur	cape_max_2px	80,35	0,07	0,24	78,14	0,071	0,22	90,32	0,14	0,63	89,01	0,126	0,55	82,42	0,119	0,43	35,22	0,067	0,11
	ivt_avrg	73,5	0,049	0,13	88,94	0,098	0,42	60,17	0,08	0,09	68,78	0,048	0,1	90,35	0,122	0,55	23,46	0,067	0,2
	ivt_avrg_2px	84,84	0,066	0,26	94,3	0,11	0,54	13,52	0,12	0,49	79,29	0,068	0,22	97,47	0,107	0,56	51,54	0,067	0,01
	ivt_max_2px	83,08	0,073	0,27	92,86	0,11	0,52	16,13	0,14	0,53	76,84	0,091	0,27	96,39	0,125	0,64	59,36	0,051	0,05
	ivt_min_2px	80,01	0,066	0,22	94,53	0,113	0,56	13,1	0,12	0,49	80,01	0,068	0,23	97,18	0,124	0,65	36,75	0,067	0,1
	ivt_q95	69,44	0,05	0,11	91,87	0,098	0,46	43,21	0,08	0,06	78,2	0,097	0,3	70,62	0,067	0,15	16,55	0,086	0,32
Eau précipitable	pwat_avrg	71,82	0,053	0,13	82,13	0,09	0,32	83,43	0,12	0,45	67,45	0,091	0,18	57,68	0,065	0,06	41,93	0,085	0,08
	pwat_avrg_2px	81,64	0,079	0,28	89,97	0,115	0,51	90,66	0,14	0,63	68,51	0,068	0,14	90,64	0,142	0,64	28,59	0,051	0,12
	pwat_max_2px	79,2	0,074	0,24	89,62	0,115	0,51	89,41	0,12	0,53	66,19	0,071	0,13	89,06	0,105	0,46	53,71	0,069	0,03
Humidité spécifique	q700_avrg	68,01	0,044	0,09	82,64	0,087	0,32	85,59	0,14	0,55	72,58	0,083	0,21	38,94	0,085	0,1	44,04	0,069	0,05
	q700_avrg_2px	84,66	0,079	0,3	91,65	0,123	0,57	94,59	0,14	0,69	70,61	0,063	0,14	90,54	0,122	0,55	41,34	0,084	0,08
	q700_max_2px	85,94	0,076	0,3	91,67	0,118	0,55	94,99	0,14	0,7	67,54	0,069	0,13	92,67	0,124	0,59	41,58	0,106	0,1
	q700_min_2px	84,9	0,085	0,33	89,86	0,123	0,54	93,34	0,14	0,67	72,84	0,06	0,15	87,63	0,122	0,51	52,53	0,033	0,01
	q700_q95	73,87	0,059	0,16	79,85	0,107	0,35	74,54	0,12	0,33	68,1	0,063	0,13	53,01	0,033	0,01	55,86	0,065	0,04
	t850_avrg	68,35	0,056	0,11	75,77	0,073	0,21	83,26	0,12	0,44	72,47	0,063	0,16	53,61	0,069	0,03	53,95	0,065	0,03
Tempéra. potentielle	t850_avrg_2px	72,96	0,059	0,15	78,71	0,07	0,22	76,12	0,14	0,41	74,44	0,083	0,23	67,51	0,087	0,17	40,52	0,051	0,05
	t850_max_2px	73,25	0,065	0,17	76,08	0,073	0,21	73,98	0,14	0,37	80	0,077	0,26	70,14	0,087	0,19	61,45	0,067	0,09
	t850_MD	52,72	0,039	0,01	71,12	0,061	0,14	69,3	0,08	0,17	36,44	0,072	0,11	82,78	0,085	0,31	36,87	0,087	0,13
	t850_min_2px	74,03	0,054	0,14	79,73	0,078	0,26	81,21	0,14	0,49	73,7	0,091	0,24	64,84	0,086	0,14	41,93	0,033	0,03
	t850_q5	64,05	0,037	0,06	66,68	0,053	0,1	82,51	0,1	0,36	72,45	0,054	0,13	38,9	0,049	0,06	70,15	0,067	0,15
	t850_q95	70,87	0,044	0,1	76,91	0,07	0,21	18,96	0,12	0,41	80,78	0,091	0,31	73,23	0,069	0,18	37,1	0,066	0,09
	th850_avrg	68,5	0,052	0,11	73,26	0,077	0,2	87,41	0,12	0,5	69,14	0,066	0,14	43,33	0,085	0,06	61,72	0,067	0,09
	th850_avrg_2px	71,55	0,059	0,14	75,37	0,062	0,17	77,28	0,12	0,36	77,83	0,091	0,28	60,3	0,069	0,08	71,02	0,087	0,2
	th850_max_2px	70,56	0,058	0,13	70,79	0,05	0,12	82,16	0,1	0,36	77,13	0,097	0,29	63,16	0,104	0,15	67,3	0,104	0,2
	th850_MD	69,91	0,049	0,11	74,9	0,062	0,17	14,24	0,14	0,56	79,82	0,077	0,26	75,73	0,087	0,25	29,33	0,086	0,2
Vitesse horiz. vent	th850_min_2px	73,35	0,056	0,15	80,17	0,073	0,24	77,58	0,14	0,43	76,2	0,083	0,24	55,52	0,069	0,04	48,29	0,033	0,01
	th850_q5	66,66	0,037	0,07	68,71	0,053	0,11	84,17	0,12	0,46	76,24	0,069	0,2	35,5	0,065	0,1	70,94	0,051	0,12
	th850_q95	71,84	0,043	0,1	78,49	0,065	0,21	11,91	0,12	0,51	68,8	0,074	0,15	74,53	0,069	0,19	65,25	0,049	0,08
	v700_avrg	61,88	0,038	0,05	83,14	0,068	0,25	33,28	0,14	0,26	72,07	0,077	0,19	67,75	0,104	0,21	30,51	0,086	0,19
	v700_avrg_2px	68,31	0,055	0,11	87,2	0,09	0,37	3,78	0,14	0,72	84,24	0,091	0,35	94,22	0,105	0,52	26,27	0,067	0,18
	v700_max_2px	71,38	0,056	0,13	86,67	0,098	0,4	3,85	0,14	0,72	81,31	0,074	0,26	94,08	0,105	0,51	22,73	0,088	0,27
Vitesse vert. vent	v700_min_2px	68,7	0,049	0,1	87,45	0,082	0,34	7,32	0,14	0,66	86,53	0,083	0,34	86,14	0,104	0,42	31,1	0,066	0,14
	v700_q95	71,42	0,046	0,11	85,29	0,093	0,36	23,7	0,1	0,29	74,08	0,071	0,19	72,62	0,084	0,21	28,77	0,066	0,16
	vvel700_MD	53,51	0,032	0,01	87,93	0,098	0,41	27,16	0,14	0,36	38,79	0,063	0,08	60,3	0,085	0,1	25,22	0,049	0,13
	ironc_md	3,76	0,028	0,14	4,36	0,013	0,07	1,67	0,052	0,28	1,93	0,022	0,12	4,43	0,023	0,12	0,02	0,038	0,21

Tableau de performance des variables. Couleur foncée = meilleur performance

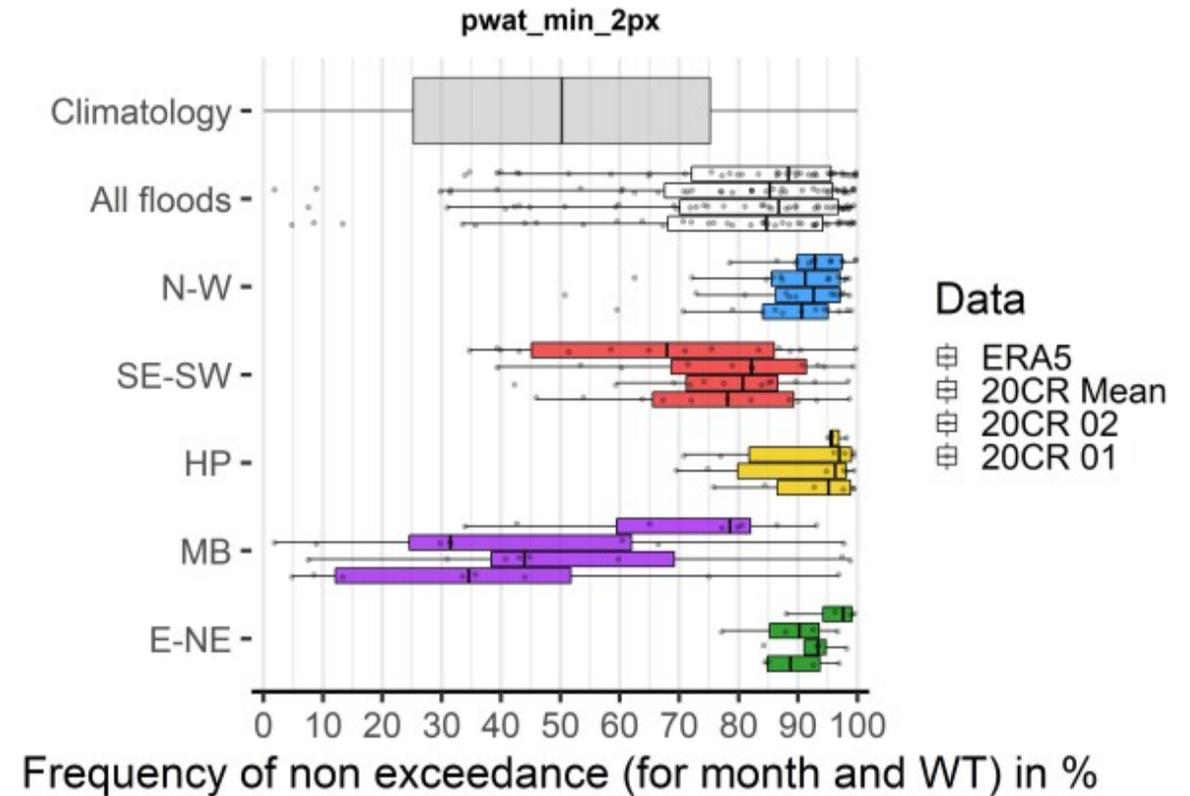
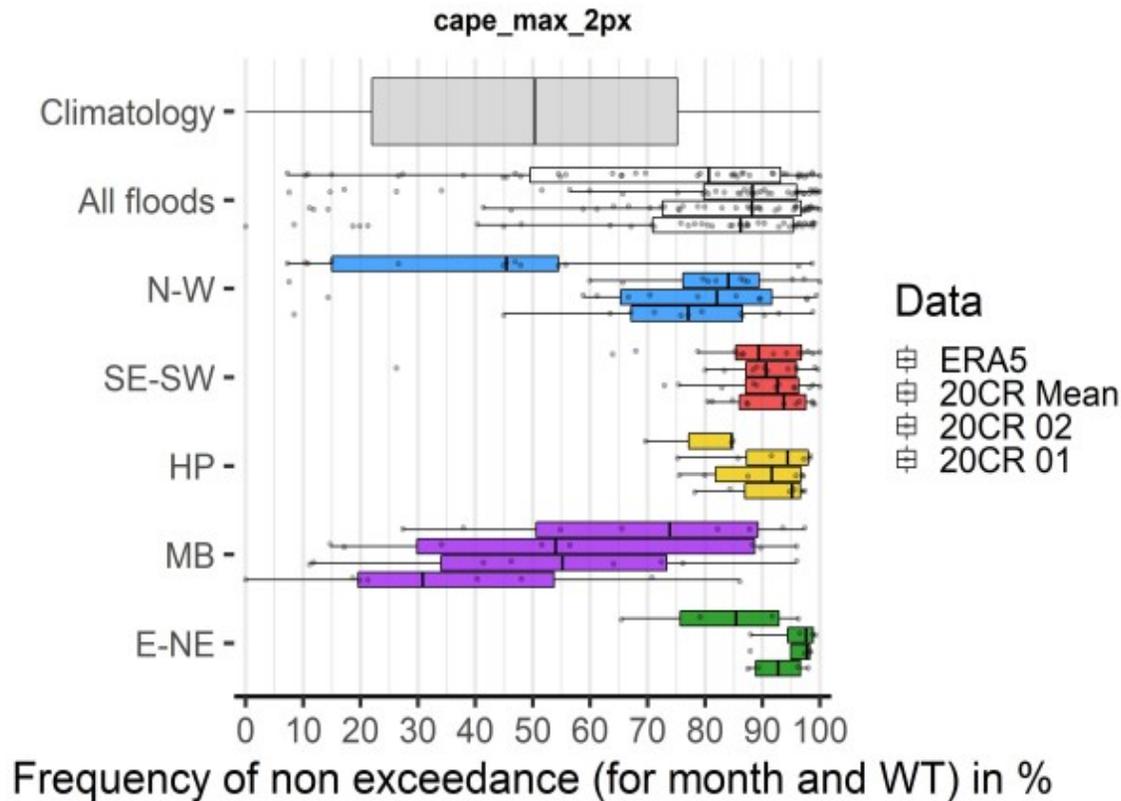
Performance CAPE & PWAT



Distribution des CAPE et PWAT des séquences d'occurrences de crues (66 évts, 1851-2014) en fréquence au non dépassement par mois et par TT

=> Forte instabilité & forte humidité dans la colonne, par rapport à la climatologie, quel que soit le TT (sauf pour les marais barométriques), à l'échelle des Alpes

Performance CAPE & PWAT – impact de la résolution



Distribution des CAPE et PWAT des séquences d'occurrences de crues (42 évts, 1950-2014) en fréquence au non dépassement par mois et par TT

=> Résultats contrastés d'ERA5 par rapport à 20CR.
Meilleure performance pour les MB mais dégradation de la CAPE

Conclusion

- **Facteurs atmosphériques** générant des réactions sur le Y grenoblois
- Base de données d'événements (dates) RTM-IGE
- Hot spot en Chartreuse
- Par types de temps, par occurrence de rivière atmosphérique & par étude de variables atmosphériques
- Événement d'**hiver** assez bien expliqués par les types de temps (océaniques, grande échelle) et très bien expliqués par l'occurrence de rivière atmosphérique (80% vs 3 %)
- Événements d'**été** les plus nombreux, mix de types de temps mais persistance particulièrement forte (« stationnarité »). Pas plus de rivière atmosphérique que dans la climatologie.
- Forte instabilité & forte humidité dans la colonne, quel que soit le type de temps
- => **signature atmosphérique à l'échelle des Alpes** (moins marquée à l'échelle de l'Europe)
- Quid de l'évolution des indicateurs ?

