

Risques naturels et changement climatique

Apports des projets de recherche-action pour les démarches en cours sur le territoire de Grenoble-Alpes Métropole

Vendredi 1^{er} octobre 2021

HYDRODEMO: Evaluation de l'aléa torrentiel

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



Guillaume Evin

Partenaires



Avec le soutien de



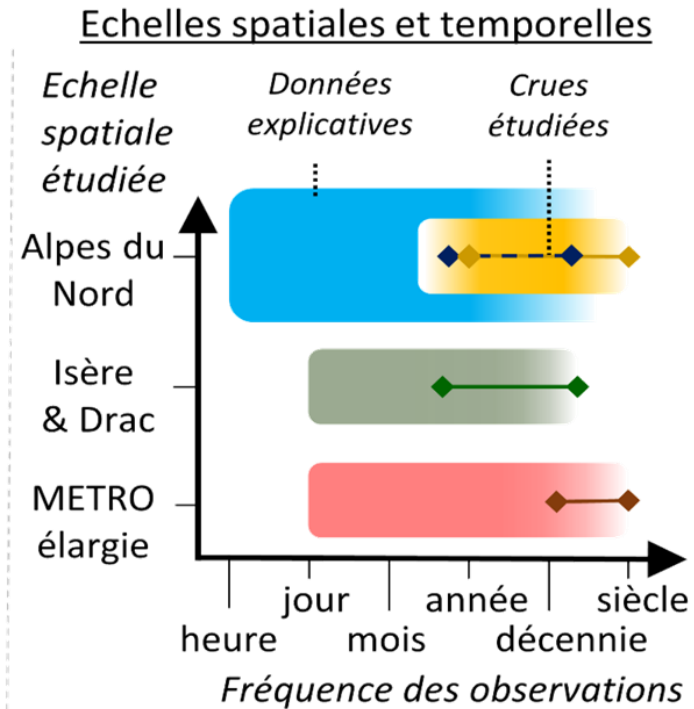
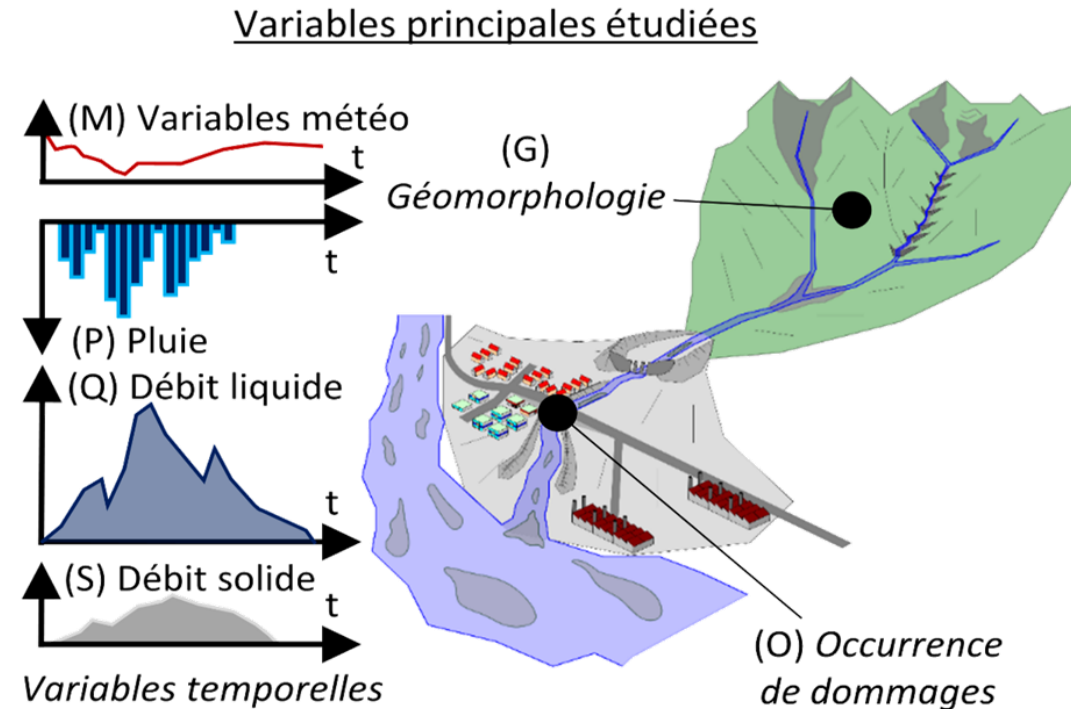
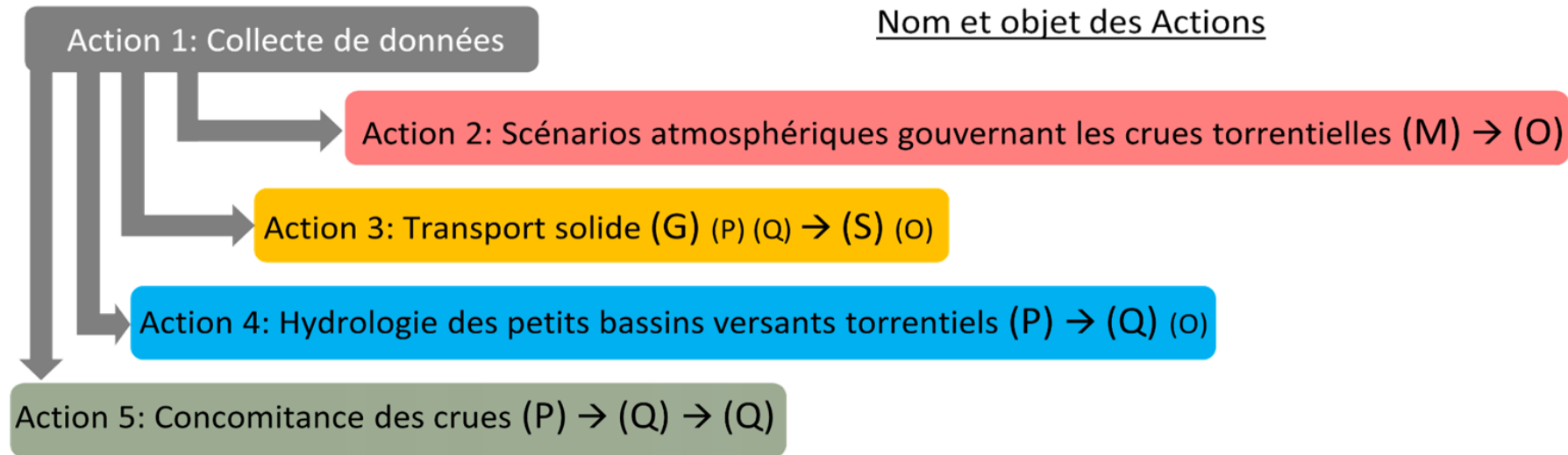
EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Organisation



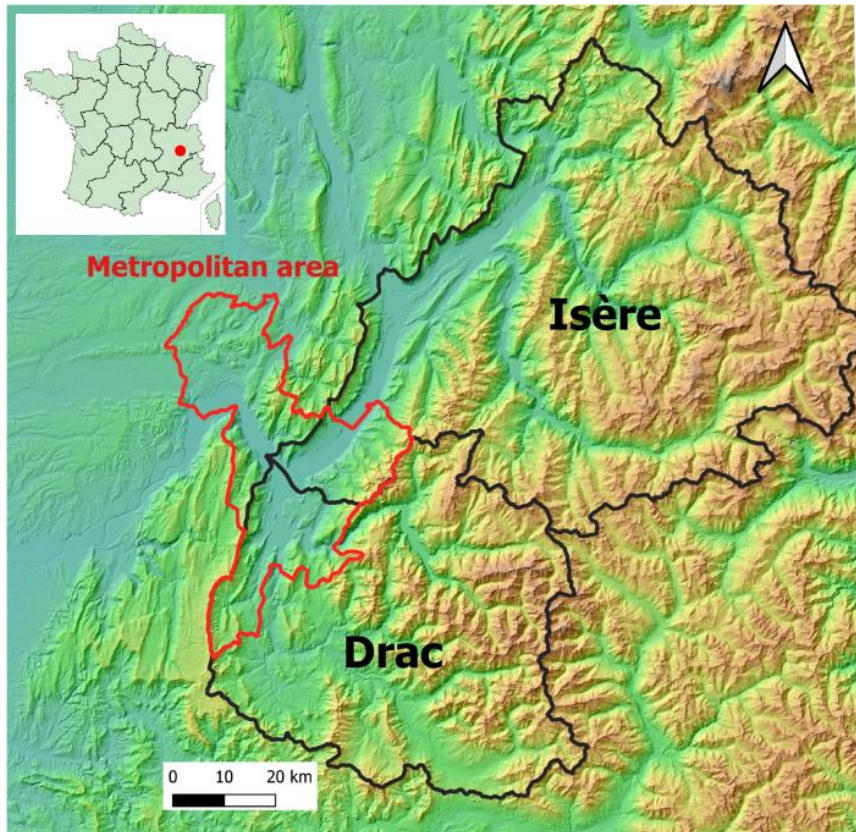
Pôle Alpin Risques Naturels



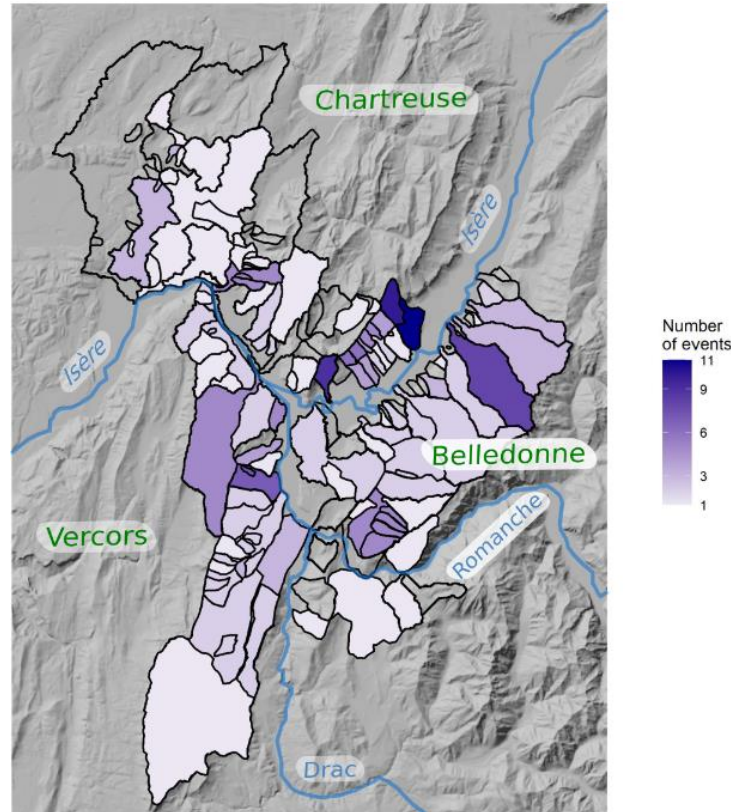
Action 2: Caractériser les scénarios atmosphériques gouvernant les crues torrentielles du Y grenoblois

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

Y Grenoblois: zone d'étude



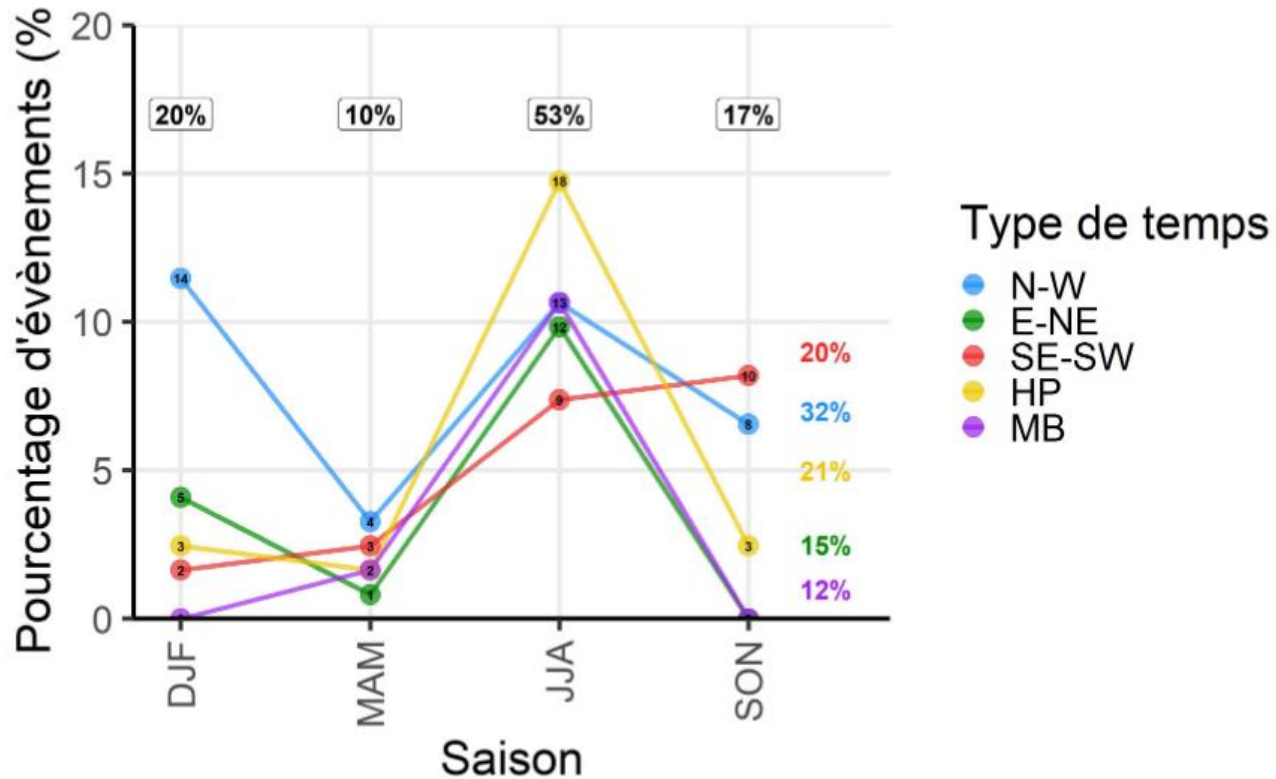
Nombre d'événements par entité torrentielle RTM



- **Base de donnée RTM-IGE :** événements hydrométéo ayant engendré des dégâts sur la période 1851-2019
- 66 événements incluant un ou plusieurs torrents

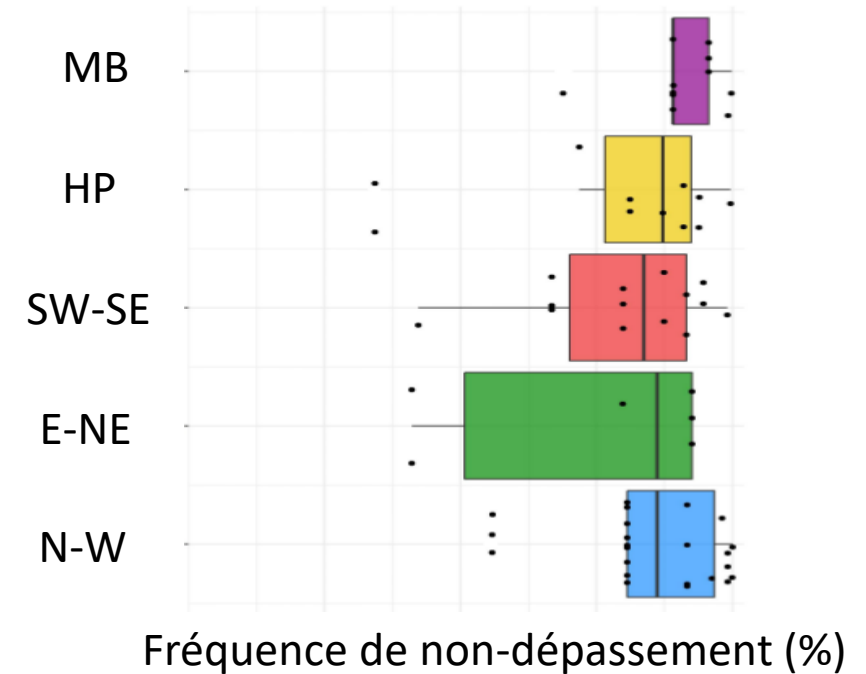
Action 2: Caractériser les scénarios atmosphériques gouvernant les crues torrentielles du Y grenoblois

Saisonnalité des TT générant des crues torrentielles (1851-2014) (66 événements)



- Evts torrentiels surtout en été (53%)
- En hiver : influence océanique (58%)
- En été : mix d'influences

Durée des TT générant des crues torrentielles (1851-2014) (66 événements)



Les événements torrentiels sont générés par de longues séquences de TT identiques (situation grande échelle persistante)

Action 2: Caractériser les scénarios atmosphériques gouvernant les crues torrentielles du Y grenoblois

Caractéristiques atmosphériques des événements de crues torrentielles

Circulation
grande
échelle

Instabilité

Transport
de vapeur

Vapeur
intégrée

Humidité
spécifique

Tempéra.
potentielle

Vitesse
horiz. vent

Vitesse
vert. vent

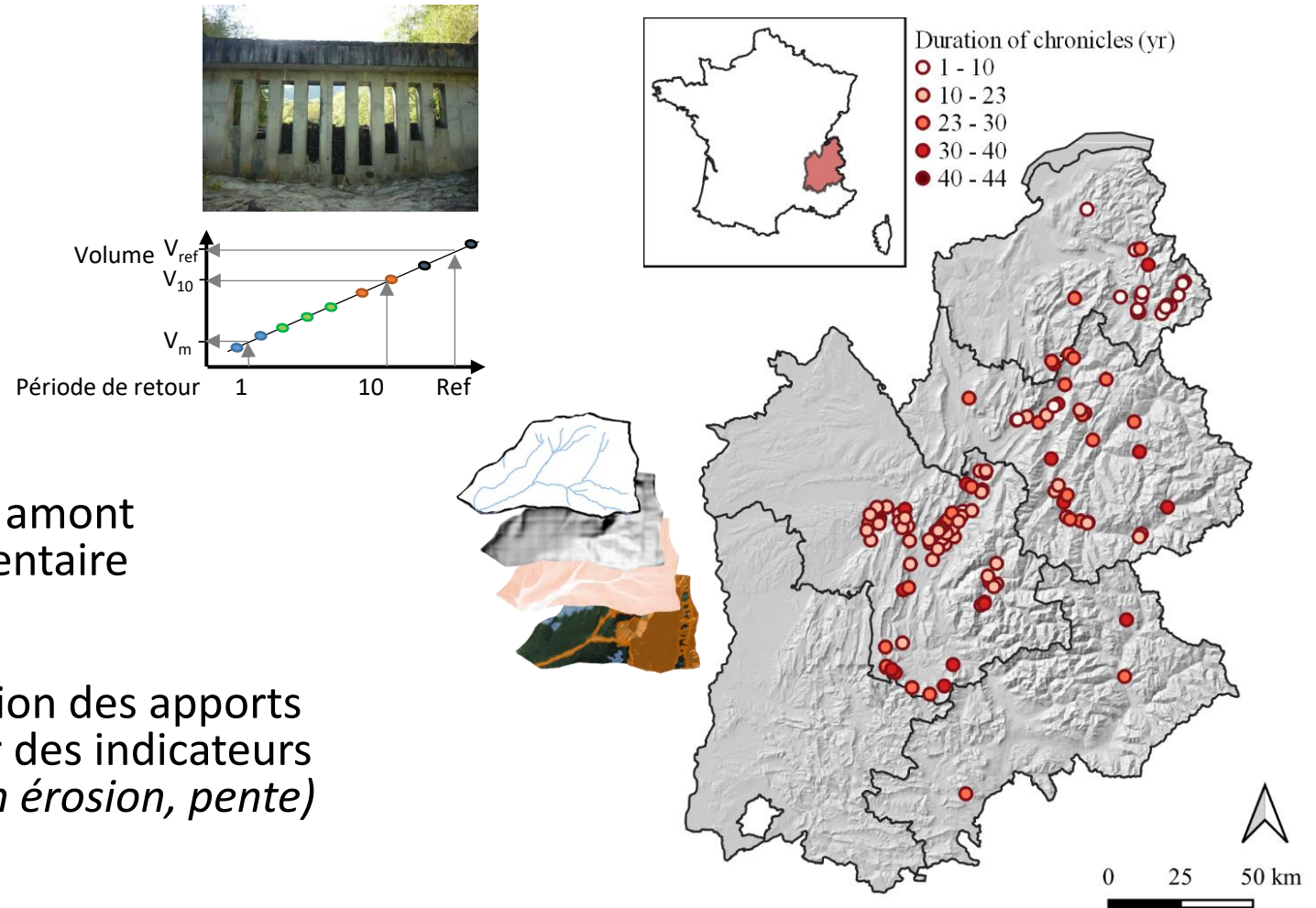
	med	EDC	SPD	medNW	EDC_NW	SPD_NW	medENE	EDC_ENE	SPD_ENE	medSWSE	EDC_SWSE	SPD_SWSE	medHP	EDC_HP	SPD_HP	medMB	EDC_MB	SPD_MB
cel	35,71	0,036	0,06	19,81	0,06	0,2	62,7	0,1	0,14	24,08	0,077	0,22	49,69	0,067	0	85,96	0,085	0,34
celnei	44,26	0,027	0,02	50,58	0,036	0	90,9	0,12	0,55	27,82	0,092	0,23	13	0,104	0,43	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
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	78,75	0,077	0,22	76,58	0,078	0,22	81,13	0,16	0,73	88,62	0,136	0,63	86,31	0,133	0,48	36,34	0,066	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
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
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	70,3	0,074	0,24	88,63	0,116	0,53	88,41	0,13	0,63	66,16	0,071	0,13	88,66	0,106	0,46	63,71	0,066	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
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
n700_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
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
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
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
vvel700_q95	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

Couleur foncée = meilleur performance

Action 3: Caractériser l'activité de transport solide

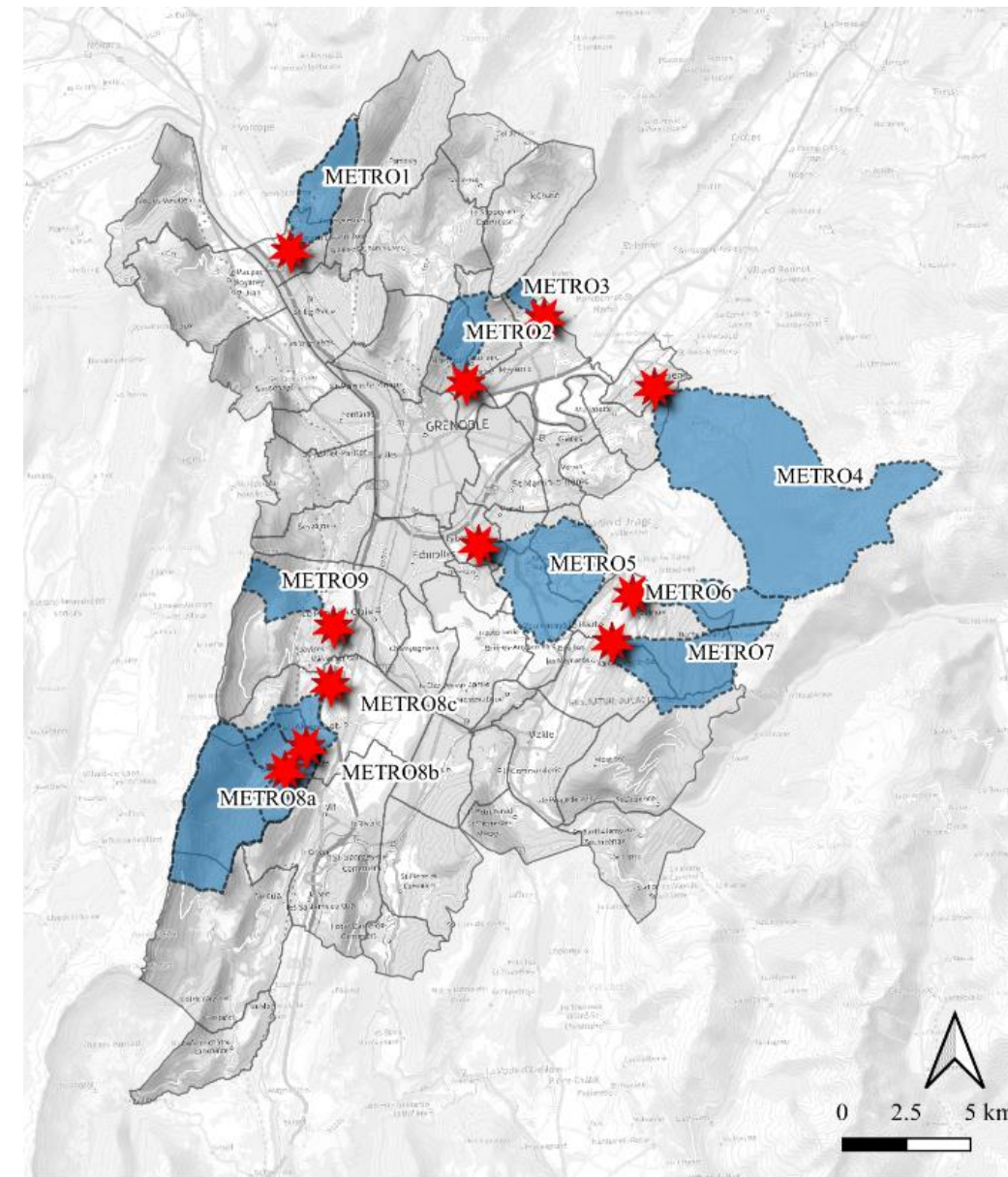
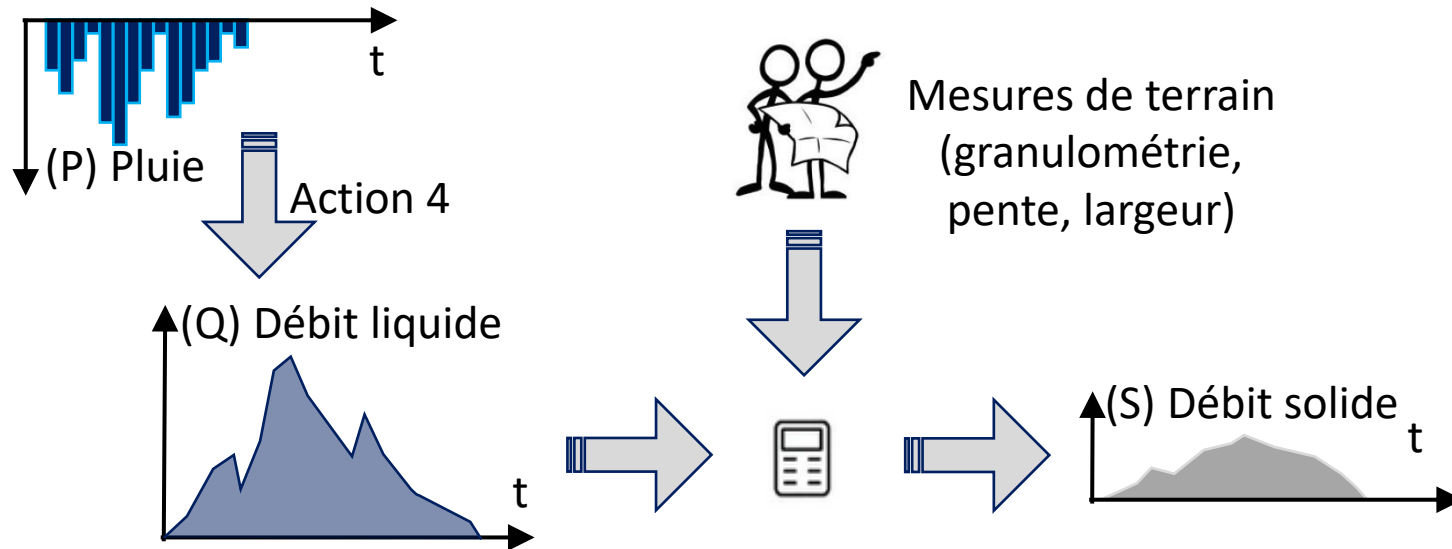
INRAE-ETNA: Maxime Morel (IR), Supervision Guillaume Piton et Caroline Le Bouteiller

- Analyse des dépôts curés dans **120 plages de dépôt sédimentaire**
- Estimation des **productions annuelles, décennale et centennale pour chaque bassin**
- Analyse géographiques des bassins versants amont et des facteurs pilotant la production sédimentaire
- Proposition des formules simples de prédiction des apports solides moyens et événementiels basées sur des indicateurs géographiques $\rightarrow V_i = f(\text{surface des zones en érosion, pente})$



Action 3: Caractériser l'activité de transport solide

- Application à 9 bassins versants de la Métro
 - Estimations via les méthodes simplifiées
 - Croisement avec une approche hydrologique et hydraulique utilisant les hydrogrammes de l'Action 4
 - Comparaison avec les données existantes



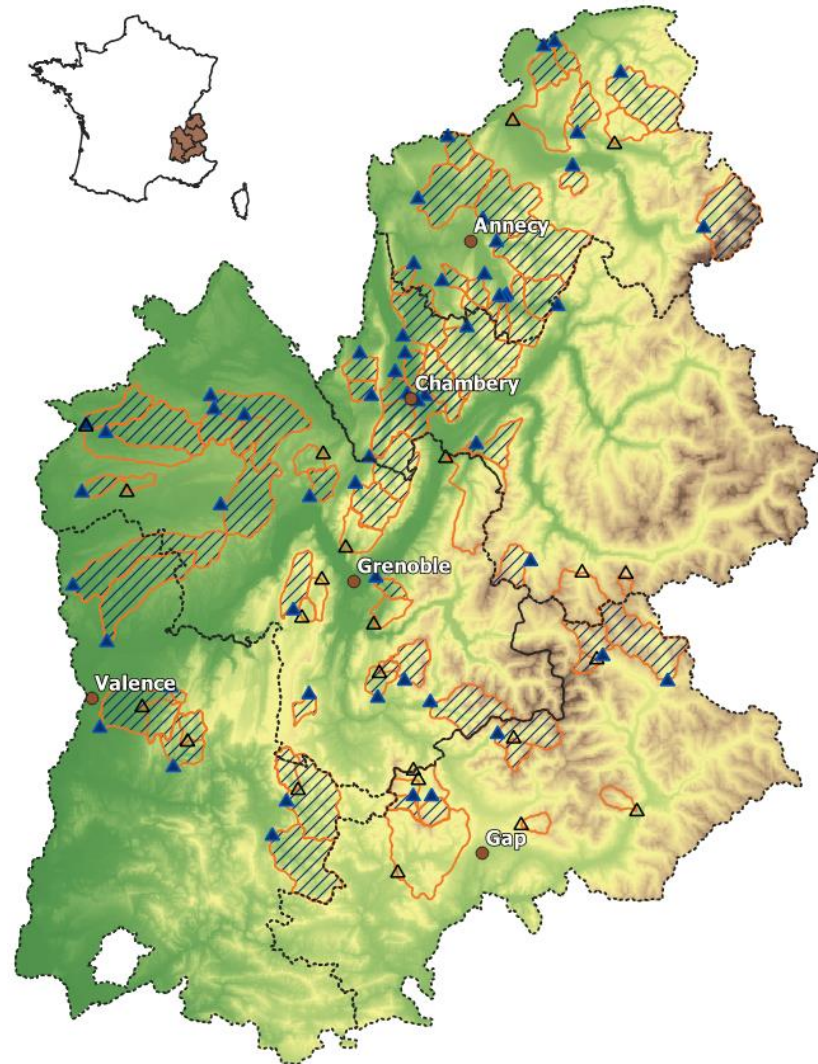
Action 4: Caractériser l'hydrologie

INRAE-RECOVER: François Colléoni (IR), Supervision Catherine Fouchier

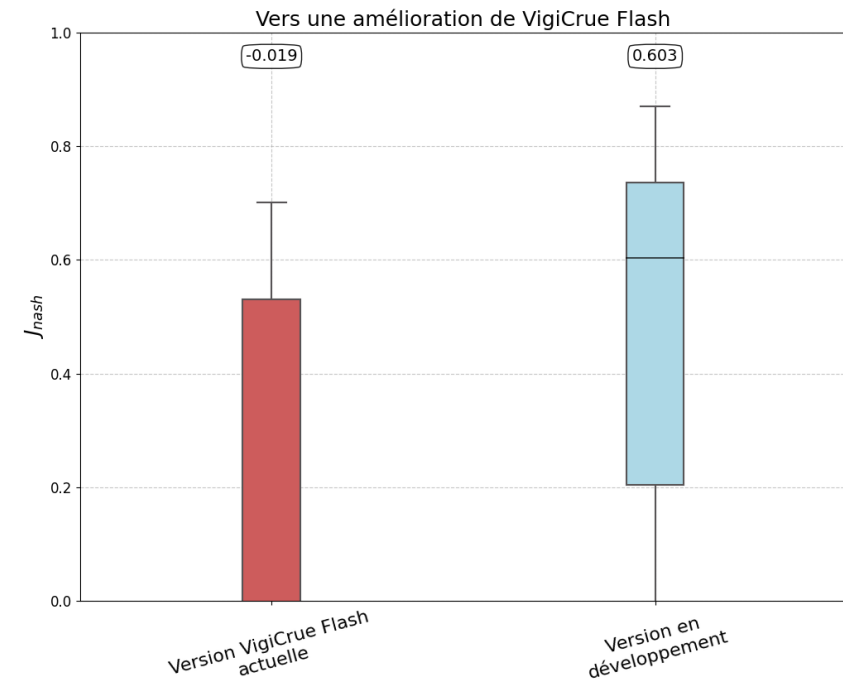
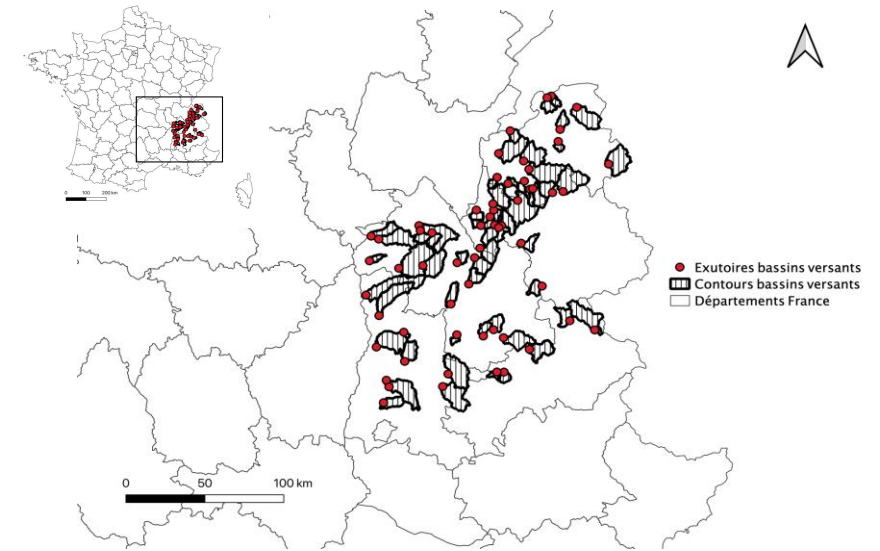
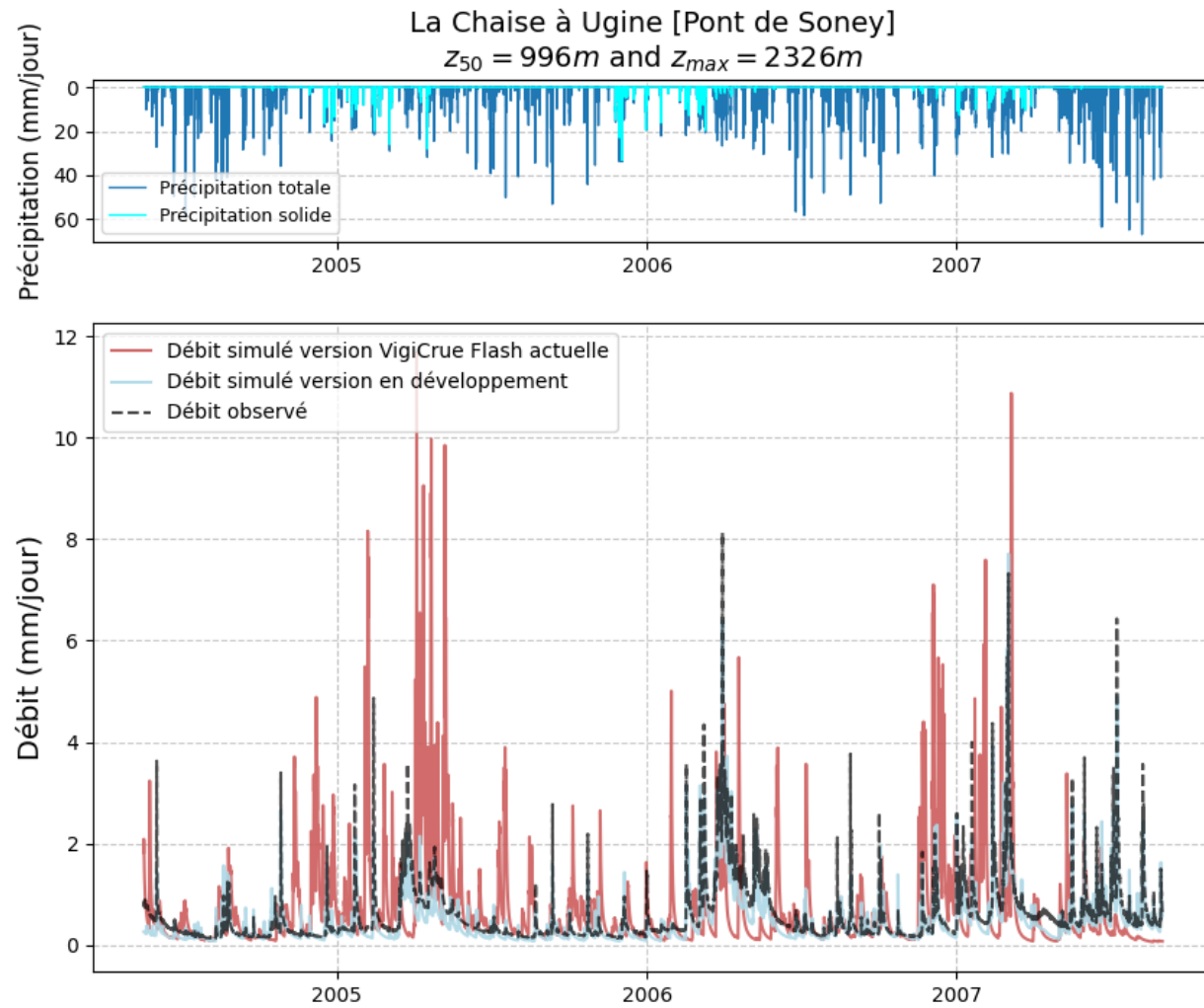
INRAE-ETNA: Alexandre Mas (IR), Supervision Guillaume Evin

- Comparaison de performances dans un cadre de modélisation hydrologique avec **deux modèles conceptuels: MORDOR-SD (©EDF-DTG) et SMASH (INRAE-RECOVER)**
- 79 bassins versants « Alpes du Nord » (Banque Hydro + EDF) avec un focus sur **13 bassins GAM**
- Surface : 8 à 300 km²
- Utilisation de réanalyses météorologiques
- Quantiles 5, 10 et 20 ans en bassins jaugés et non-jaugés (intervalles pour 50 ans et 100 ans)

Bonnes performances pour les bassins jaugés, surtout lorsque les données radar sont exploitées



Action 4: Caractériser l'hydrologie



Action 5: Analyser les concomitances de crues

IGE: Loic Orillard (IR), Mathieu Dode (stagiaire M2), supervision Juliette Blanchet

Quelle coordination des crues torrentielles sur les BV de l'Isère et du Drac ?

Figure : BV de l'Isère et du Drac et maillage en sous-BV issu de MORDOR-TS

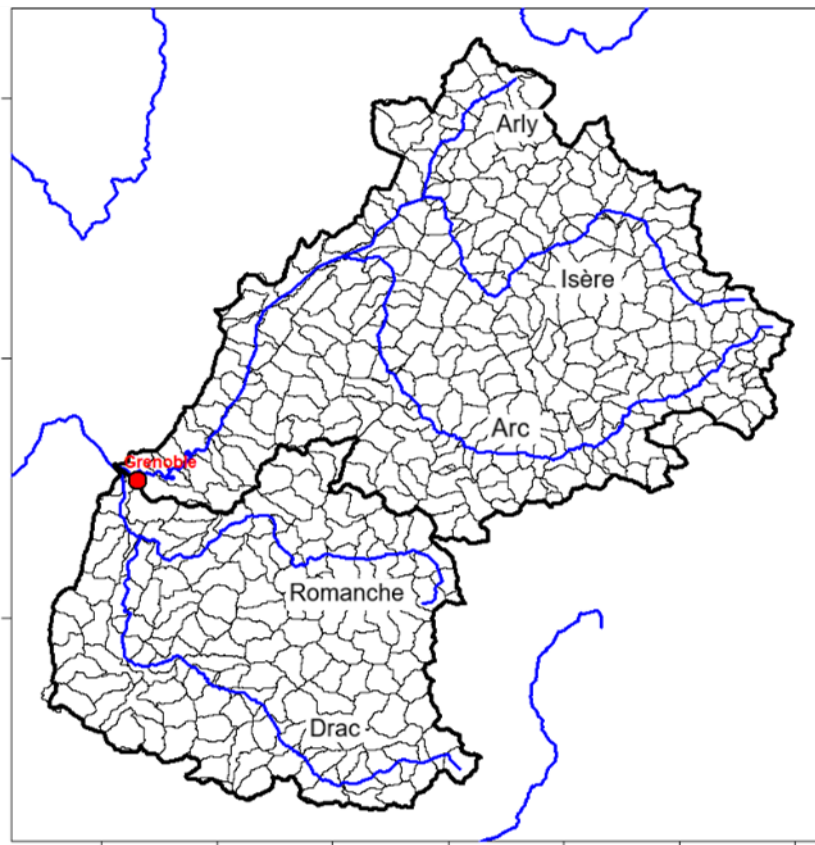
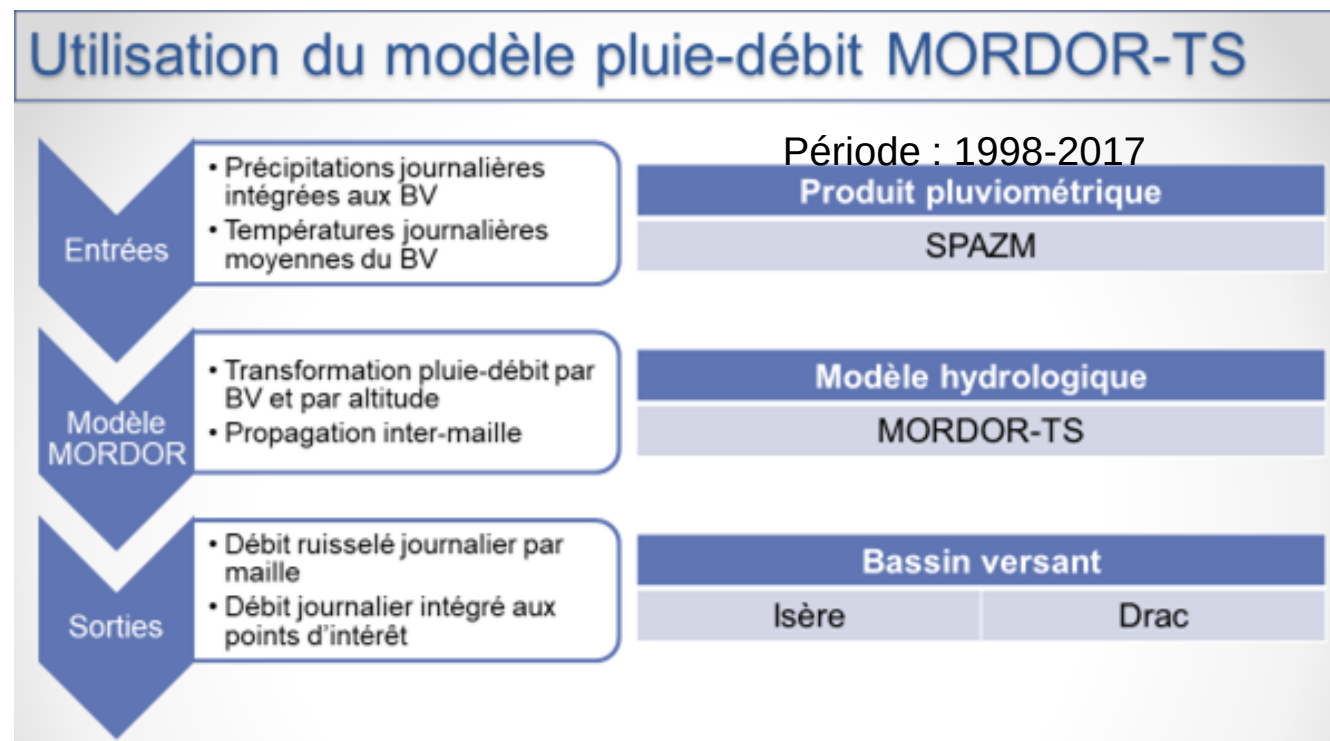
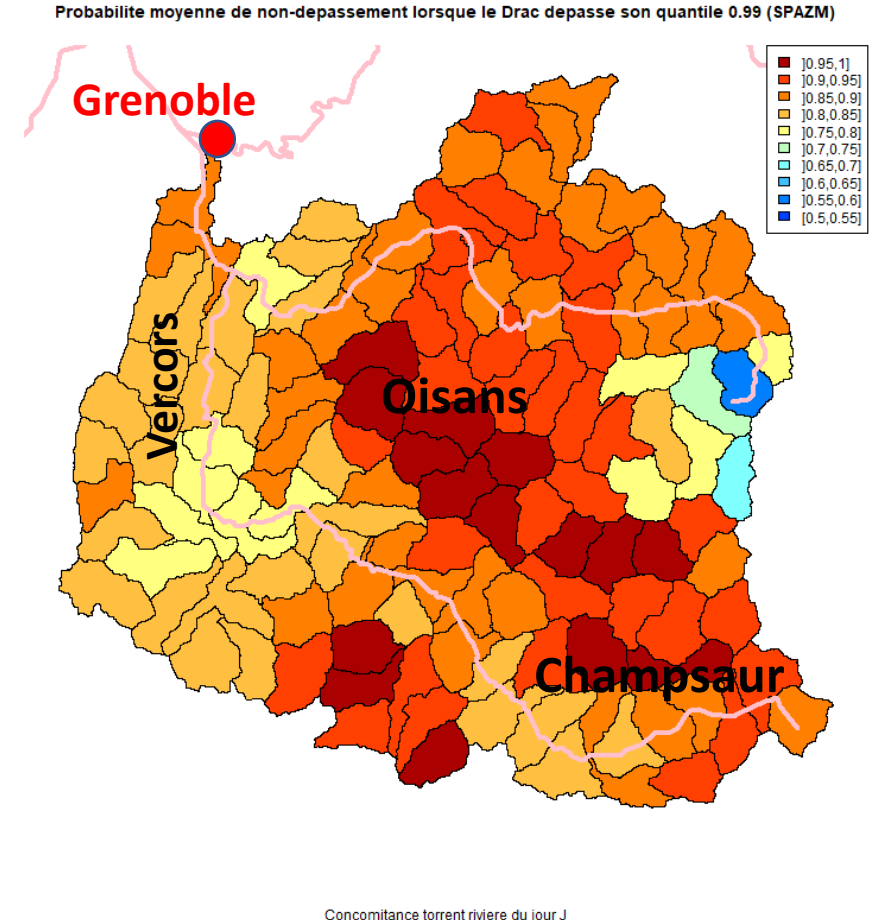
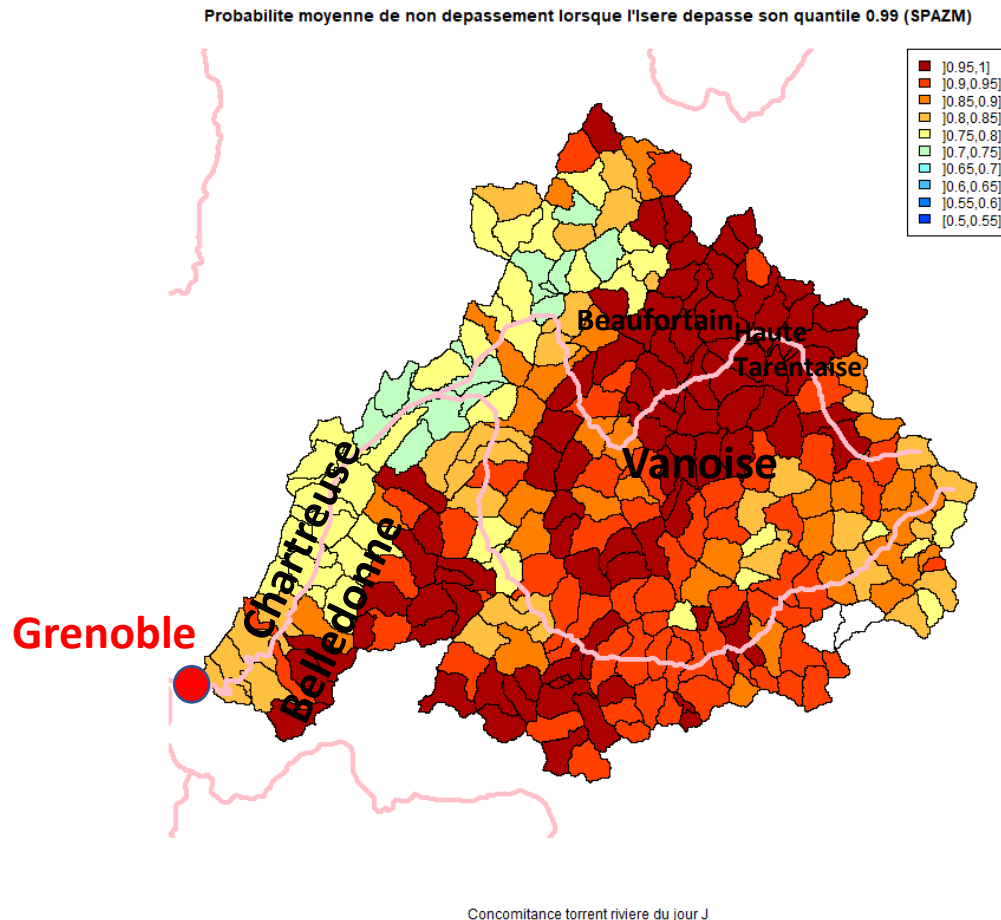


Figure : Principe du modèle pluie-débit totalement spatialisé MORDOR-TS (Rouhier et al. 2017)



Action 5: Analyser les concomitances de crues

Percentile moyen des torrents en chaque maille MORDOR-TS, sachant que la rivière dépasse son quantile 99 (~3x/an). Gauche: Isère@Grenoble. Droite: Drac@Fontaine



Isère@Grenoble: Souvent débits > 90% pour les massifs intérieurs et élevés partout (>75% pour la Chartreuse)
Drac@Fontaine: Idem > 80% pour les torrents du Vercors.

<https://www6.inrae.fr/hydrodemo>

Séminaire final le **6 décembre 2021**
(présentiel et Webinaire) en **salle Ecrins à**
INRAE-Grenoble