

# Journées techniques prévision des crues en montagne

---

## Prise en compte de la neige au SPC Rhin-Sarre

Nicolas Berst/Jules Pali

SPRNH/PRS/UPC

22-24 janvier 2020 - Grenoble



PRÉFET  
DE LA RÉGION  
GRAND EST

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
Grand Est

[www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr](http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr)

# Présentation des outils disponibles au SPC Rhin-Sarre

- Les campagnes neige
- Tableaux de suivi et outils Météo France
- Abaques avec prise en compte de la neige
- Module neige GRP
- Prise en compte de la neige dans le modèle Larsim
- Module Snow4
- Prise en compte de la neige dans le modèle GesRes (aperçu)

# Les campagnes de neige

- Plusieurs points de mesures identifiés : Hohwald, Champ du Feu, Belmont, Col du Donon, Wackenbach et Russ
- Campagnes de mesures déclenchées lorsque les hauteurs de neige sont jugées intéressantes
- Permet de comparer sur un lieu donné les variation entre les quantités de neige réelles et celles estimées par les modèles, ainsi que les équivalences en eau

# Les campagnes de neige



# Les campagnes de neige

Date	Localisation	Altitude NGF	Géolocalisation Latitude	Géolocalisation Longitude	Remarques	Hauteurs de neige (cm)			Equivalents en eau (mm)								
						Hauteurs de neige mesurées (cm)	Hauteurs de neige Produites par Larsim (cm)	Différences observées entre Larsim et Mesures (cm)	Equivalents en eau mesurés (mm)	Equivalents en eau produits par Larsim (mm)	Equivalents en eau produits par Snow4 (mm)	équivalent eau (mm) pour 1 cm de hauteur de neige	équivalent eau (mm) pour 1 mm de hauteur de neige	Différences observées entre Larsim et Mesures (mm)	Ecarts observés (%) entre Larsim et Mesures	Différences observées entre Snow et Mesures (mm)	Ecarts observés (%) entre Snow4 et Mesures
05/02/2015	Station pluvio du Hohwald	591 m	48°24'05.1"	7°19'48.4"	10h30 T°=-4°C	27	22,7	-3,6	54	34,0	100,0	2,0	0,20	-13,2	-28	52,8	112
						27			41			1,5	0,15				
						21			38			1,8	0,18				
						30			60			2,0	0,20				
						26,5			43			1,6	0,16				
						Moyenne			47			1,8	0,18				
	Tour du champ du feu	1098	48°23'41,0"	7°16'06,6"	11h10 T°=-8°C	60	85,0	25,0	148	105,0	134,0	2,5	0,25	-47,0	-31	-18,0	-12
						60			149			2,5	0,25				
						60			155			2,6	0,26				
						60			166			2,6	0,26				
						60			162			2,5	0,25				
						Moyenne			134			2,2	0,22				
	Station de Belmont - Parking des myrtilles en face RD414	1070	48°24'09,1"	7°16'07,7"	11h40 T°-8°C	54	85,0	29,0	124	110,0	134,0	2,3		-23,0	-17	1,0	1
						56			138			2,5					
						54			136			2,5					
						56			133			2,4	0,24				
						50			112			2,2					
						Moyenne			115			2,3					
	Col du Donon (prairie entre RD et cimetière militaire)	735	48°30'21.5" N	7°08'37.1" E	14h10 T°=-5°C	50	34,0	-13,7	106	54,0	80,0	2,2		-53,0	-50	-27,0	-25
						49			95			2,2					
						44			95			2,2					
						48			107			2,2	0,22				
						17			29			1,7					
						Moyenne			29			1,7					
Wackenbach (sortie aval terrain de foot côté droit RD392 et jardin côté gauche)	350	48°29'01,6" N	7°11'13,0" E	15h T°=-3°C	17	22,0	2,0	29	44,0	30,0	1,7		11,8	36	#VALEUR !	###	
					24			37			1,5						
					22			34			1,5						
					20			32			1,6	0,16					
					13			22			1,7						
					Moyenne			23			1,8						
Russ (pré en face station pluvie près école)	280	48°29'49,6" N	7°15'21,0" E	15h20 T°=-2°C	13	8,2	-4,8	23	21,0	30,0	1,8		-1,5	-7	7,5	33	
					13			23			1,7						
					13			23			1,7						

# Tableau de suivi et outils Météo France

- Tableau de suivi des hauteurs de neige complété à partir des informations disponibles sur l'extranet Météo France et le bulletin d'information météorologique quotidien
- Equivalences en eau complétées à partir des données Larsim et Snow 4
- Tableau complété quotidiennement en période neigeuse

# Tableau de calcul d'équivalence en eau

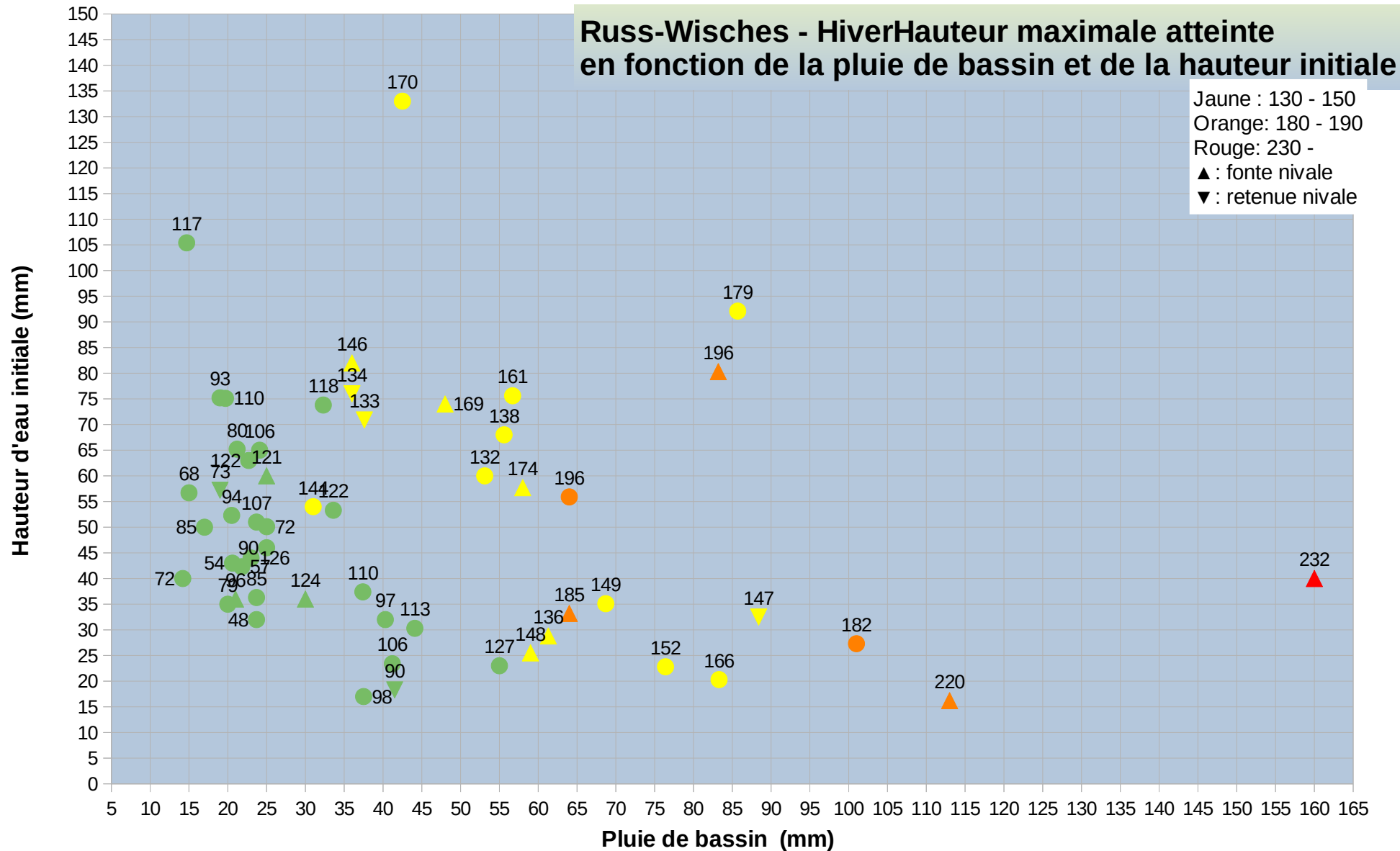
- Tableau de calcul développé en interne par Loïc Toussaint
- Permet de calculer l'équivalence en eau à partir de la hauteur de neige sur les bassins, en prenant en compte l'altitude

$$Eq_{eau} = \sum_{altitudes} r_{eq/hi} * S_i * h_i$$

*Ratio fonction de l'état de la neige et de l'altitude*

- Permet de calculer l'apport en eau supplémentaire dans les cours d'eau en cas de fonte

# Abaques avec prise en compte de la neige





# Module neige GRP

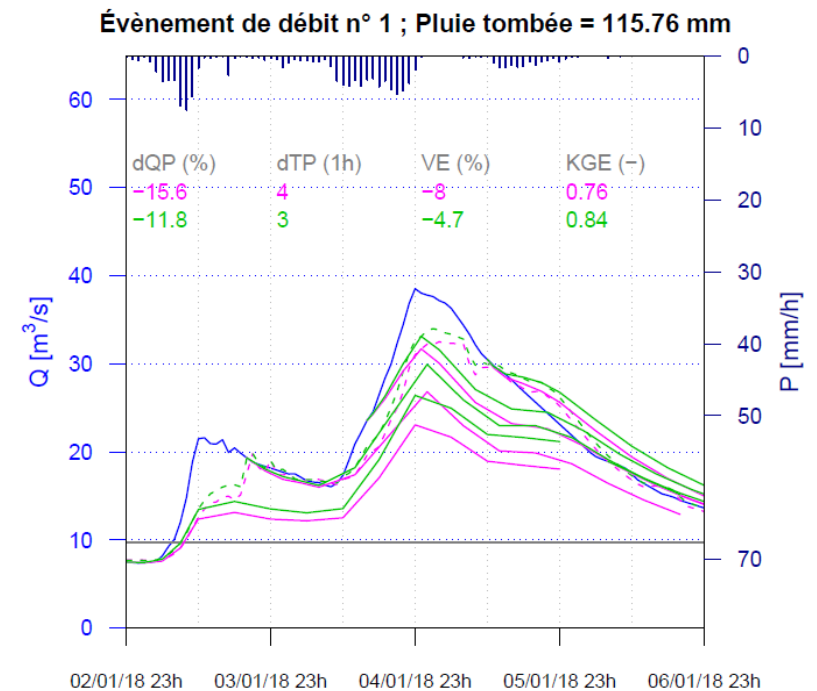
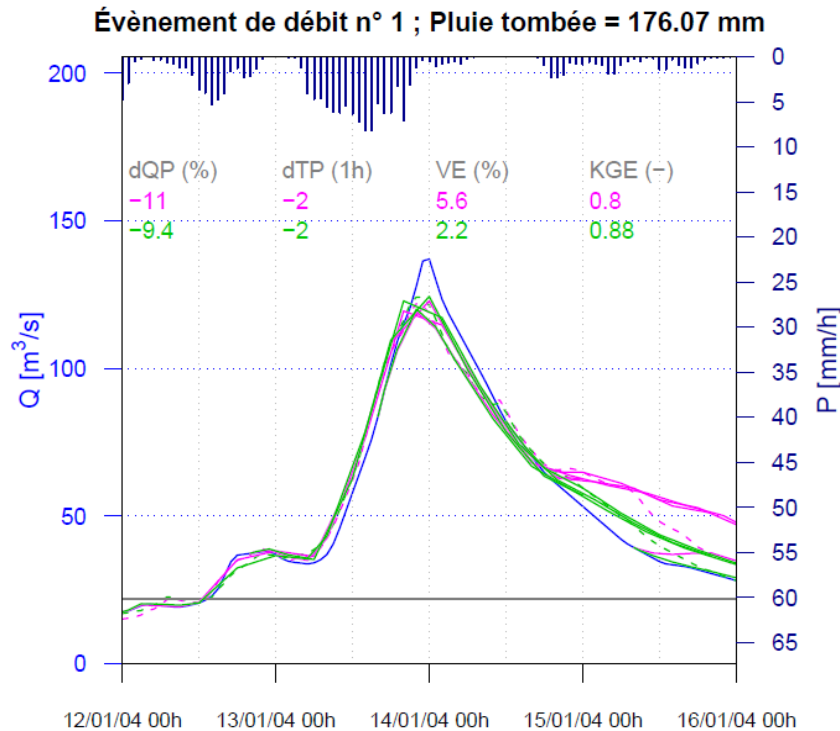
- Calage de trois stations susceptibles d'être impactées par la neige sous GRP 2018
- Intérêt du module dépend des stations

# Module neige GRP

A2030100 La Fecht à Wihr au Val			GRP SMN_RNA	GRP AMN_RNA		
<b>Tableau d'analyse du dépassement du seuil de 18.6 m3/s à 00J09H00M</b>						
	Dépassement observé		Non-dépassement observé		POD = $a \div (a + c) =$	73.0 74.7 %
Dépassement prévu	271	277 a	78	55 b	FAR = $b \div (a + b) =$	22.3 16.6 %
Non-dépassement prévu	100	94 c	63543	63566 d	CSI = $a \div (a + b + c) =$	60.4 65.0 %
A1432010 * La Thur à Willer sur Thur			GRP SMN_RNA	GRP AMN_RNA		
<b>Tableau d'analyse du dépassement du seuil de 21.9 m3/s à 00J12H00M</b>						
	Dépassement observé		Non-dépassement observé		POD = $a \div (a + c) =$	75.9 75.7 %
Dépassement prévu	459	458 a	187	189 b	FAR = $b \div (a + b) =$	28.9 29.2 %
Non-dépassement prévu	146	147 c	47747	47745 d	CSI = $a \div (a + b + c) =$	58.0 57.7 %
A1522020 * La Lauch à Guebwiller			GRP SMN_RNA	GRP AMN_RNA		
<b>Tableau d'analyse du dépassement du seuil de 9.7 m3/s à 00J09H00M</b>						
	Dépassement observé		Non-dépassement observé		POD = $a \div (a + c) =$	62.8 60.9 %
Dépassement prévu	130	126 a	35	26 b	FAR = $b \div (a + b) =$	21.2 17.1 %
Non-dépassement prévu	77	81 c	107216	107225 d	CSI = $a \div (a + b + c) =$	53.7 54.1 %

# Module neige GRP

- Module semble pouvoir être intéressant sur certaines stations, mais quelques limites :
  - meilleures statistiques ne veut pas dire meilleure hydrogramme
  - on ne sait pas quand le modèle crée de la neige, ni dans quelle mesure, ce qui rend difficile l'analyse

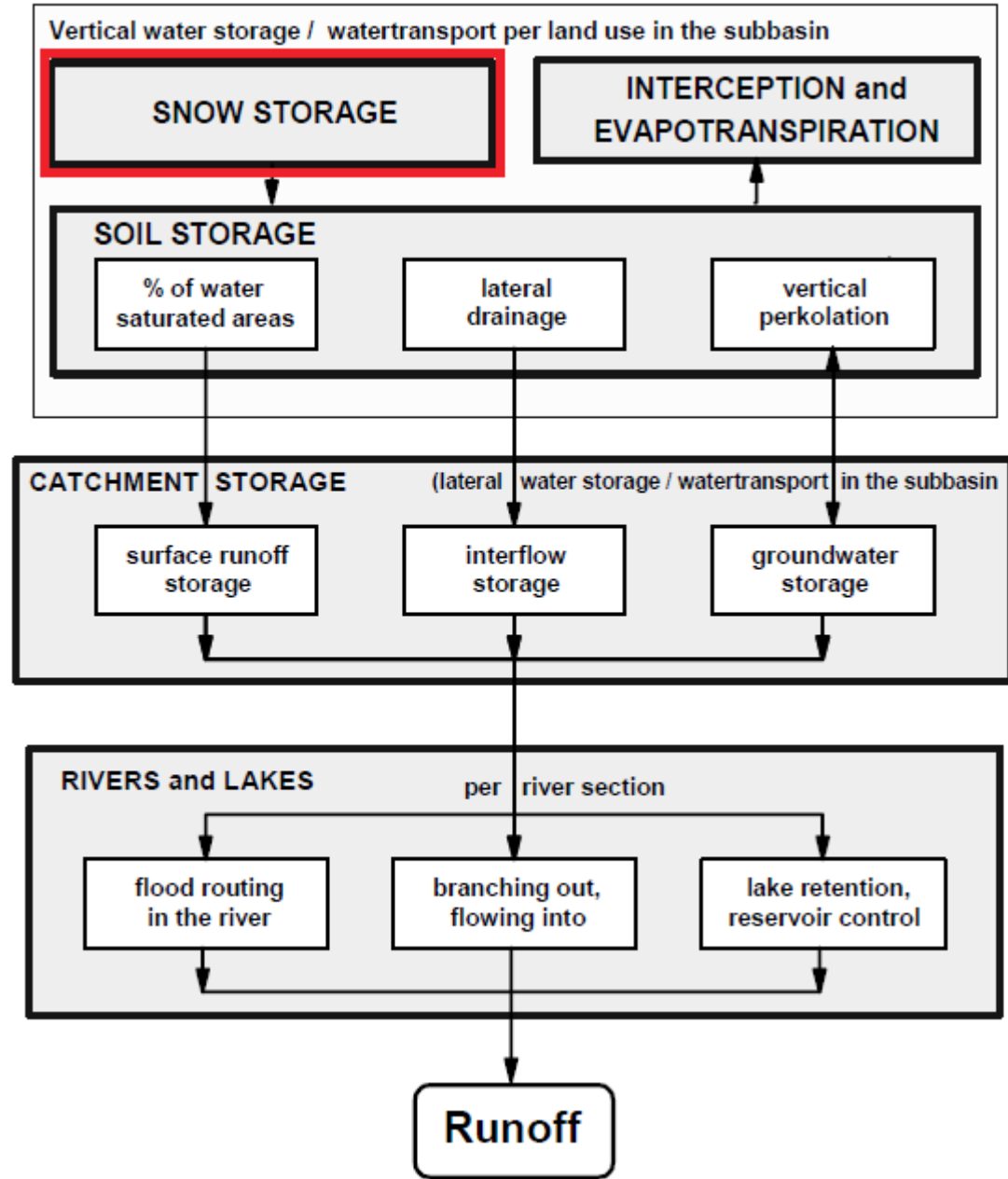


# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Larsim (modèle hydrologique allemand) :
  - Conceptuel à réservoirs
  - Distribué
  - Horaire
  - Continu
  - Déterministe (non stochastique, équations physiques)
  - Avec assimilation de débit
  - Utilisable pour de grandes surfaces

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Larsim : schéma de principe



- branching out = débits de sortie
- catchment = bassin versant
- flood routing = calcul de la propagation des crues
- flowing into = débits d'entrée
- groundwater = eau souterraine
- interflow = écoulement de subsurface
- in the river = dans le cours d'eau
- in the subbasin = dans le sous-bassin
- lake retention = rétention de lacs
- lateral drainage = drainage latéral
- lateral = latéral
- of water saturated areas = de surfaces per land use = par utilisation du sol
- per river section = par tronçon de cours d'eau
- reservoir control = réglage de réservoir
- rivers and lakes = cours d'eau et lacs
- runoff = débit
- snow = neige
- soil = sol
- storage = réservoir / stockage
- surface runoff = écoulement de surface
- perkolation = percolation
- vertical = vertical
- water storage = stockage de l'eau saturées en eau
- water transport = transport de l'eau saturées en eau

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Larsim : schéma de principe

Processus hydrologique		Attribution de la résolution spatiale dans LARSIM
Interception	Surface	Par catégorie d'utilisation du sol d'un sous-secteur
Accumulation, compaction et fonte des neiges		
Evapotranspiration		
Stockage de l'eau du sol avec générations des écoulements répartis en écoulement direct, écoulement de subsurface et écoulement souterrain		
Concentration d'écoulements dans la zone de drainage	Surface	Sous-secteur
Propagation des crues	Ligne	Tronçon de chenal
Rétention dans des lacs ou libération d'eau contrôlée	Point	Lac, barrage-réservoir, réservoir

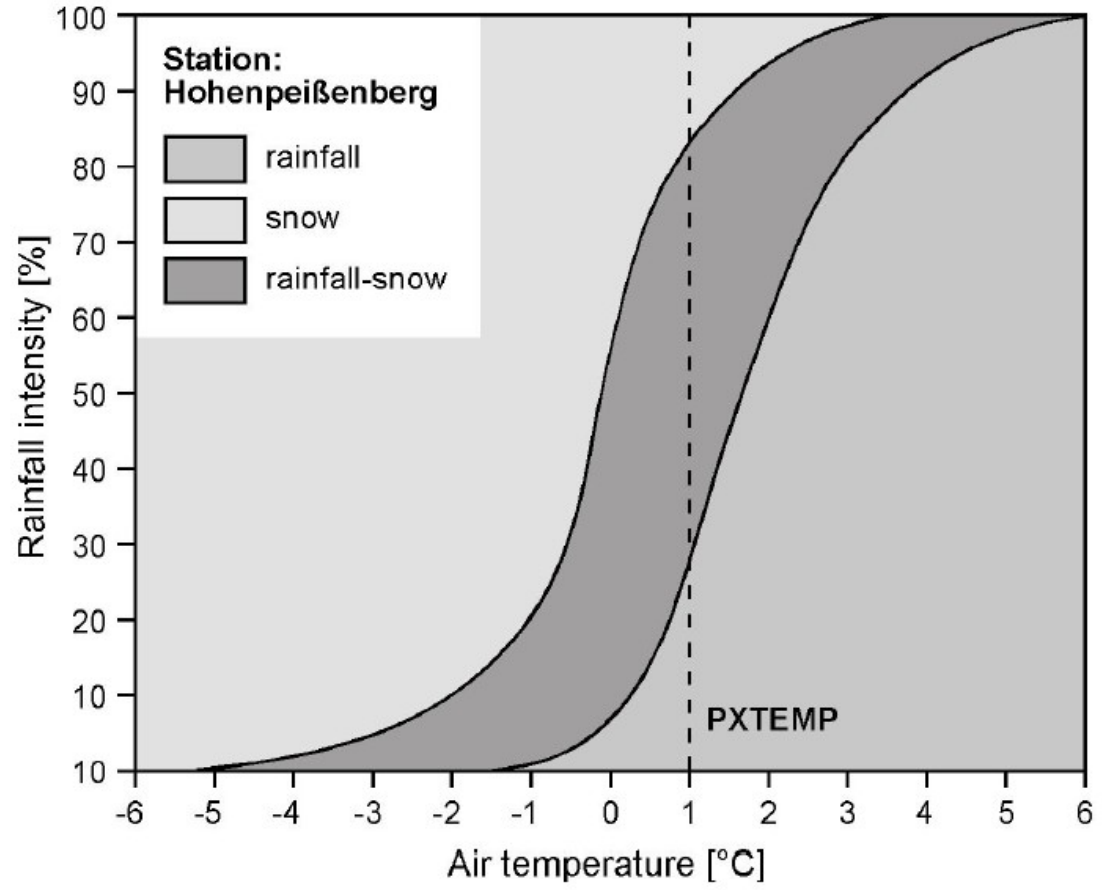
# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Plusieurs processus pour la neige dans Larsim :
  - Accumulation
  - Fonte des neiges
  - Calcul de la température de neige
  - Evaporation de l'eau de fonte des neiges
  - Compaction de la couverture neigeuse (rétention d'eau croissante d'eau liquide)

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

## ■ Accumulation :

$T_L$  [°C] température de l'air mesurée à 2 m au-dessus du sol  
 $T_{Grenz}$  [°C] température seuil de l'air (2 m au-dessus du sol),  
au-dessous de laquelle les précipitations tombent sous forme de neige



air temperature = température de l'air  
intensity = intensité

rainfall = pluie  
snow = neige



# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Fonte des neiges : bilan de chaleur de couverture de neige

$$i_p = \frac{1}{r_s} \cdot (a_0 + a_1 \cdot v) \cdot T_L + 0,01255 \cdot i_N \cdot T_N + c_B$$

$i_p$ [mm/h]	taux de fonte des neiges potentielle
$r_s$ [Wh/kg]	énergie de fusion spécifique de la neige (= 92,6 Wh/kg)
$a_0$ [W/(m <sup>2</sup> ·°C)]	constante dans le coefficient de transfert de chaleur, variant selon Knauf de 1 W/(m <sup>2</sup> ·°C) à 7 W/(m <sup>2</sup> ·°C). LARSIM utilise la valeur moyenne de 4,0 W/(m <sup>2</sup> ·°C)
$a_1$ [J/(m <sup>3</sup> ·°C)]	constante dans le coefficient de transfert de chaleur, variant selon Knauf de 0,8 J/(m <sup>3</sup> ·°C) à 2,5 J/(m <sup>3</sup> ·°C). LARSIM utilise la valeur moyenne de 1,6 J/(m <sup>3</sup> ·°C)
$v$ [m/s]	vitesse du vent (moyenne par heure, mesurée à 10 m au-dessus du sol)
$T_L$ [°C]	température de l'air (moyenne par heure, mesurée à 2 m au-dessus du sol), modifiée ici : $T_L = T_L - T_{\text{Grenz}}$
$i_N$ [mm/h]	intensité de la pluie (moyenne par heure)
$T_N$ [°C]	température de la pluie (moyenne par heure), ici : $T_N = T_L$
$c_B$ [mm/h]	taux de fusion dû au flux de chaleur du sol, variant selon Knauf de 0,1 mm/h à 1,0 mm/h. LARSIM utilise la valeur 0,1 mm/h

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Calcul de la température de la neige :

$$W = \varepsilon \cdot Q_s + (a_0 + a_1 \cdot v) \cdot [(T_L - T_S) + \beta \cdot (e_L - e_S)] + i_N \cdot T_N + i_B$$

$W$  [Wh/(m<sup>2</sup>·h)] gain énergétique de la couverture de neige

$\varepsilon$  [-] coefficient d'absorption, compris entre 0,02 et 0,6

$Q_s$  [Wh/(m<sup>2</sup>·h)] radiation globale

$T_S$  [°C] température de la neige (valeur moyenne horaire)

$\beta$  [K/mbar] valeur inverse de la constante psychrométrique au-dessus de la glace et de la neige (= 1,76 K/mbar)

$e_L$  [mbar] pression de vapeur de l'air

$i_N$  [mm/h] intensité de la pluie (moyenne par heure)

$T_N$  [°C] température de la pluie (moyenne par heure), ici :  $T_N = T_L$

$i_B$  [mm/h] taux de fusion dû au flux de chaleur du sol, variant selon Knauf de 0,1 mm/h à 1,0 mm/h. LARSIM utilise la valeur 0,1 mm/h

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Evaporation de l'eau de fonte :

$$V = \frac{-I}{r_V} \cdot (a_0 + a_1 \cdot v) \cdot \beta \cdot (e_L - 6.1)$$

$V$ [mm/h]	évaporation
$r_V$ [Wh/kg]	chaleur d'évaporation de l'eau à 0 °C d'après BAUMGARTNER (1990)
$a_0$ [W/(h·°C)]	constante dans le coefficient de transfert de chaleur, variant selon Knauf de 0,5 W/(h·°C) à 3,5 W/(h·°C) pour $v = 1$ m/s. LARSIM utilise la valeur moyenne de 2,0 W/(h·°C)
$a_1$ [W/(h·°C)]	constante dans le coefficient de transfert de chaleur, variant selon Knauf de 0,8 W/(h·°C) à 2,5 W/(h·°C) pour $v = 1$ m/s. LARSIM utilise la valeur moyenne de 1,6 W/(h·°C)
$v$ [m/s]	vitesse du vent (moyenne par heure, mesurée à 10 m au-dessus du sol)
$\beta$ [K/mbar]	valeur inverse de la constante psychrométrique au-dessus de la glace et de la neige (= 1,76 K/mbar)
$e_L$ [mbar]	pression de vapeur de l'air

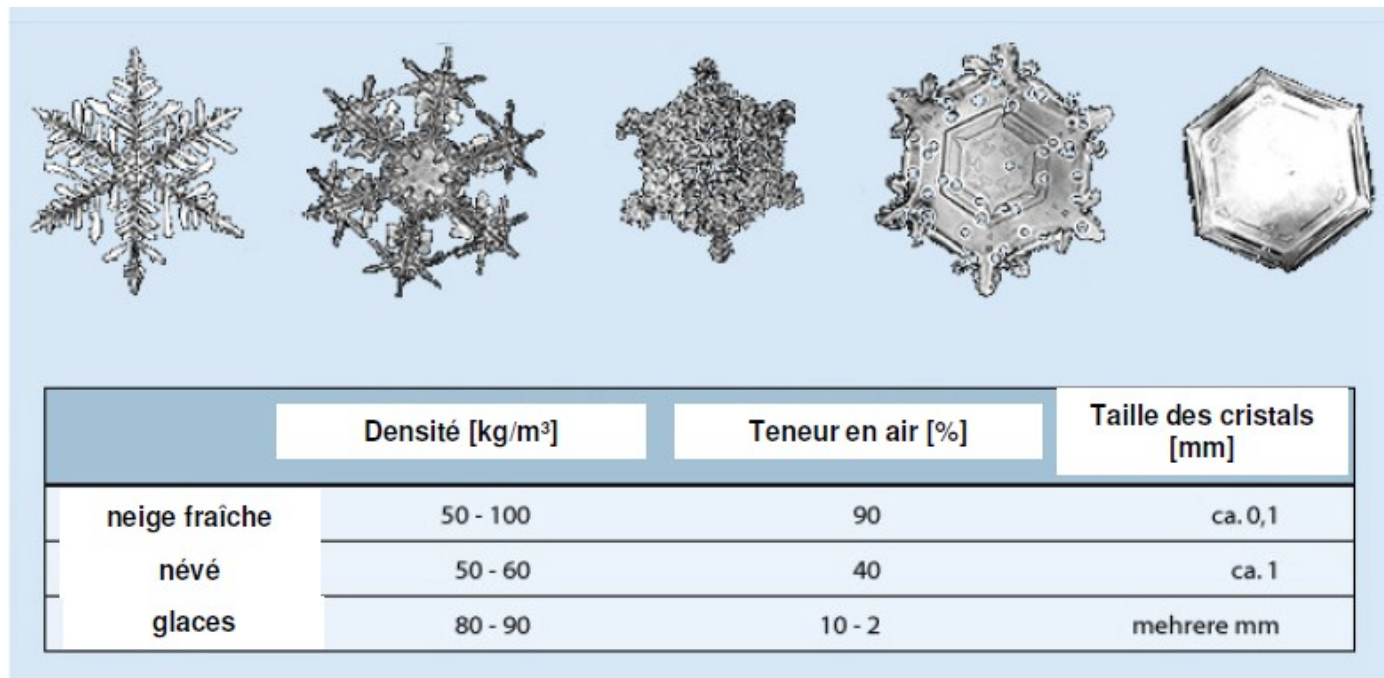
# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Compaction de la neige (Bertle & Knauf) :

$$P_H = 147.4 - 0.474 \cdot P_W$$

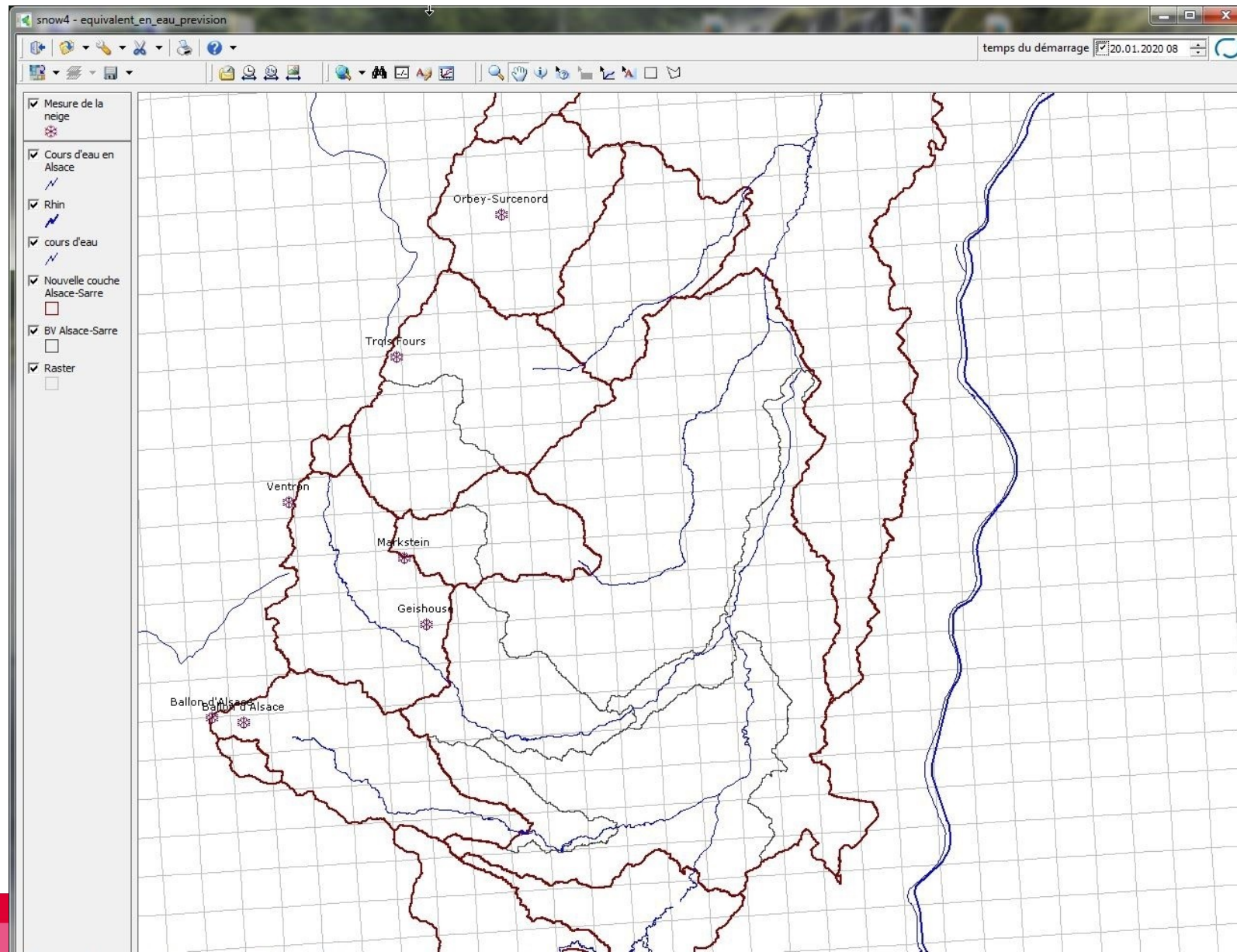
$P_H$  [%] hauteur de neige en pourcentage de la hauteur initiale

$P_W$  [%] équivalent en eau accumulé total en pourcentage de l'équivalent en eau congelé initial



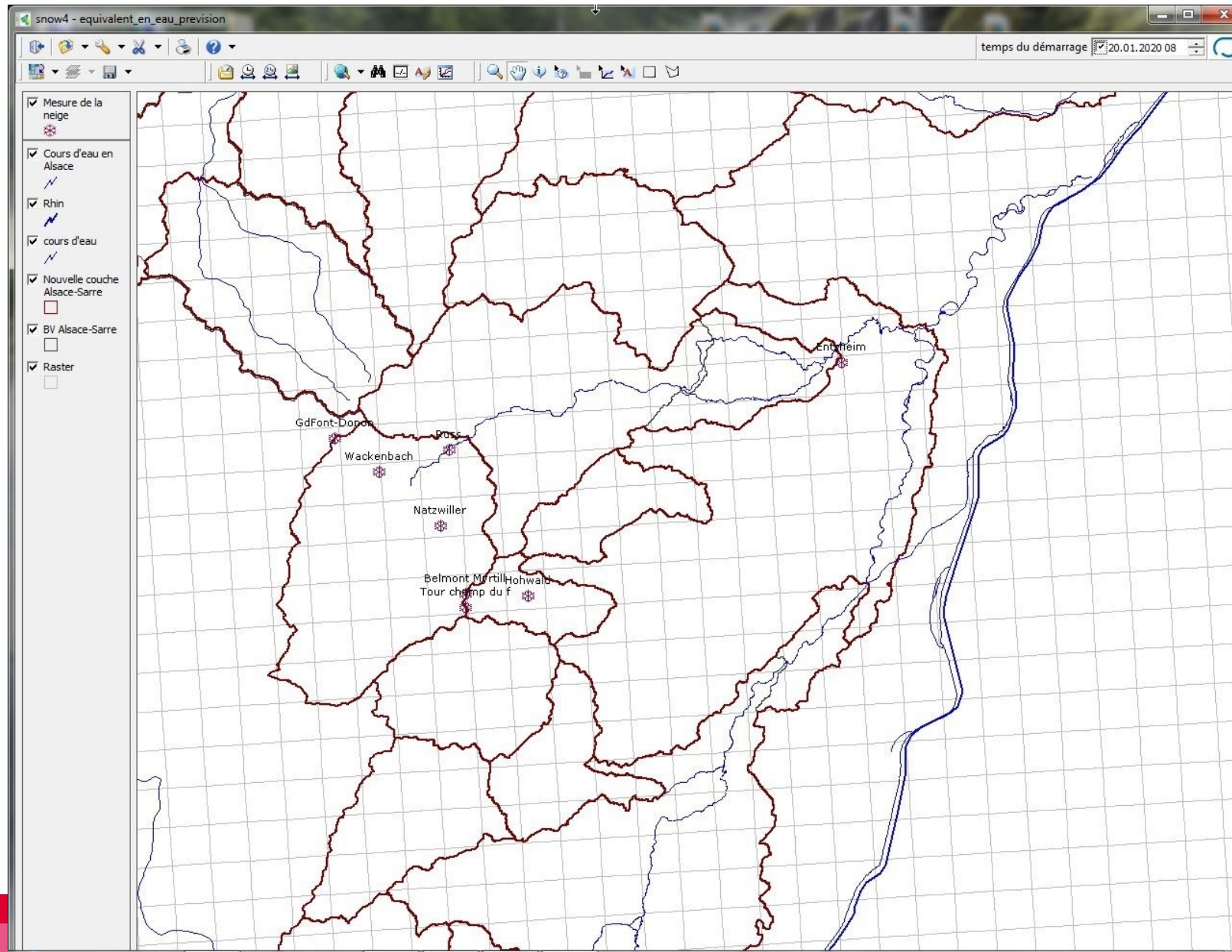
# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Neige simulée : stations spécifiques repérées dans Larsim



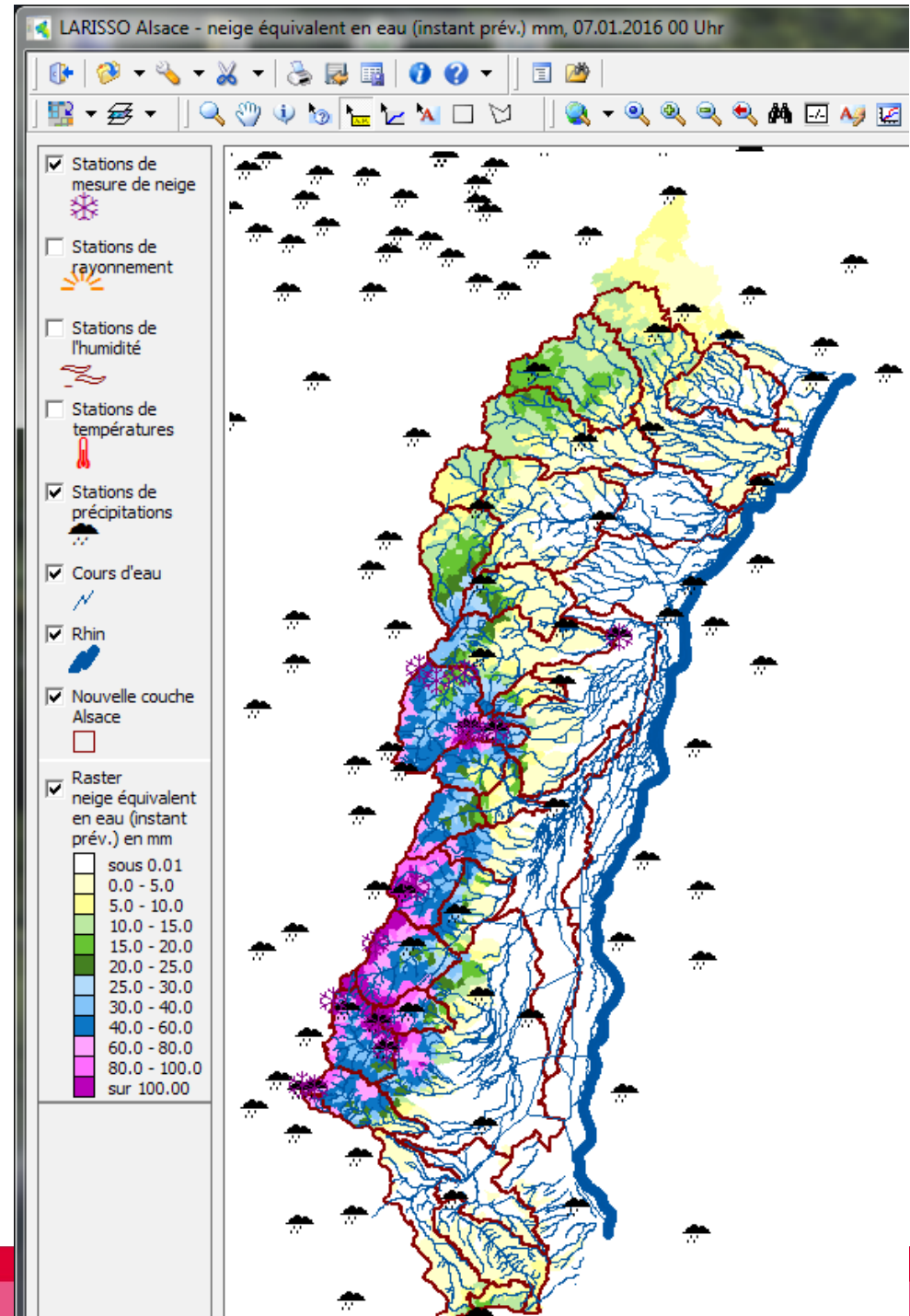
# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Neige simulée : stations spécifiques repérées dans Larsim



# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Neige simulée :  
vue cartographique



# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Prévisions météorologiques issues du DWD (Deutscher Wetterdienst)
  - Génération du modèle SNOW4
  - Ce modèle utilise entre autres les précipitations mesurées au sol
  - Nécessité de corriger parfois les données observées (pluviomètres réchauffés)
  - Mesures du manteaux neigeux avec équivalent en eau réalisés une fois par jour jusqu'à 1000 stations (Allemagne), avec vérifications (congères)



# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

Schéma du modèle de bilan énergétique SNOW4 :

- Paramètres utilisés : rayonnement, flux de chaleur, températures, vitesse du vent, durée d'ensoleillement...

Schema des Massenbilanz-Teilmodells von SNOW

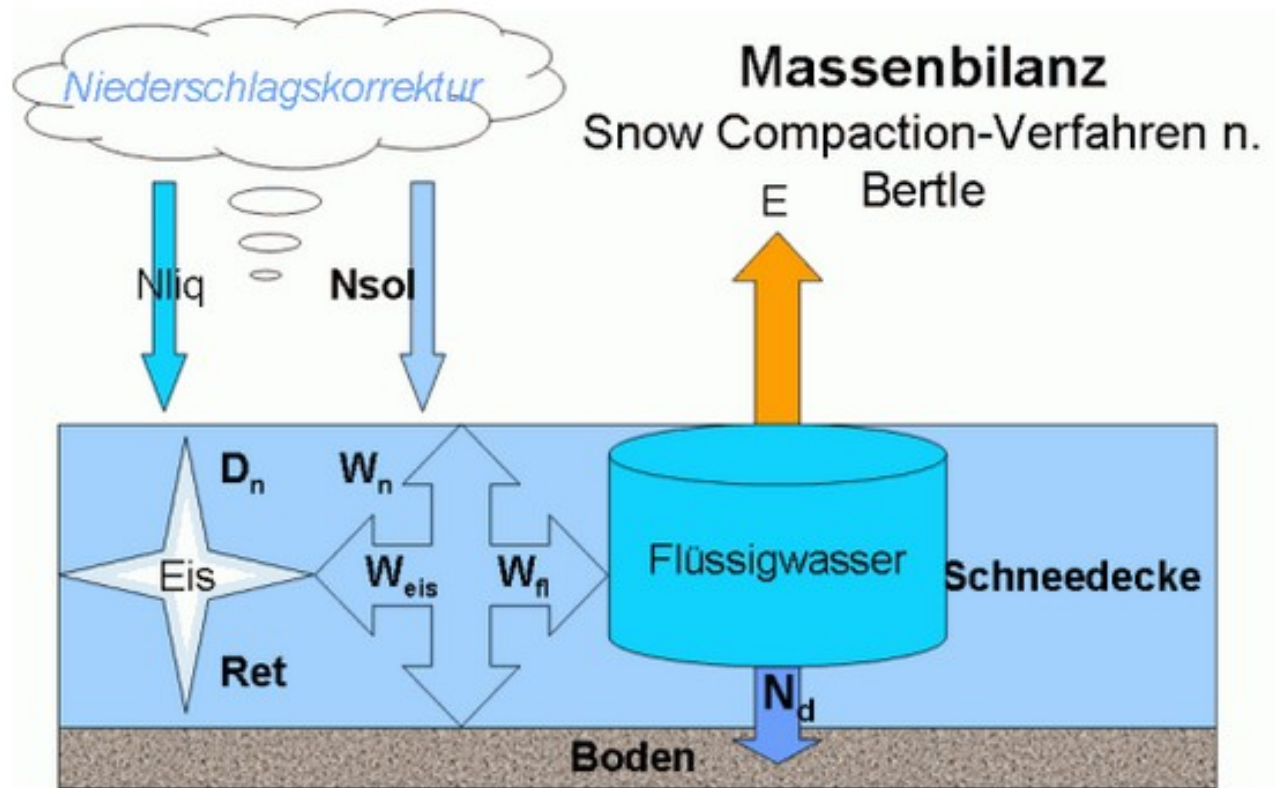


Abbildung 2: Schema des Massenbilanz-Teilmodells von SNOW

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Neige simulée : comparaison avec relevés

fin des relevés de neige, jusqu'au prochain épisode (décidé en réunion UPC le 6/3/19)

	3			2		1		2		1		3		4							
	EXTRANET MF épaisseur du manteau neigeux																				
	Markstein (1184m)		Grandfontaine (736m)		Salsbourg (377m)		Ballon d'Alsace (1153m) (90)		Ballon d'Alsace (1000m) (90)		Ballon d'Alsace (800m) (90)		Ballon d'Alsace (600m) (90)		Ventron (1150m) (88)		Ventron (900m) (88)		SurceNord (960m) (68)		
	Heure (HL)	Hauteur (cm)	Heure (HL)	Hauteur (cm)	Heure (HL)	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)		Hauteur (cm)		Hauteur (cm)		Hauteur (cm)		Hauteur (cm)		Hauteur (cm)		Hauteur (cm)		
sam. 5 janvier 2019																					
dim. 6 janvier 2019																					
lun. 7 janvier 2019																					
mar. 8 janvier 2019																					
mer. 9 janvier 2019	00:00	41	09:00	7	09:00	0	17		20				35						23		
jeu. 10 janvier 2019	00:00	51	09:00	14	09:00	0	31		28				50						34		
ven. 11 janvier 2019	00:00	35	09:00	7	09:00	0	33		27				50						33		
sam. 12 janvier 2019																					
dim. 13 janvier 2019	08:00	54	08:00	14	08:00	0															
lun. 14 janvier 2019	09:00	43	09:00	3	09:00	0	36		34				55						33		
mar. 15 janvier 2019	08:00	45	08:00	2	08:00	0	Pas d'info		28				43						23		
mer. 16 janvier 2019	08:00	45	08:00	2	08:00	0	33		28				43						23		
jeu. 17 janvier 2019	08:00	56	08:00	0	08:00	0	36		30				45						22		
ven. 18 janvier 2019	12:00	62	12:00	4	12:00:00	0	42		35				Pas d'info						Pas d'info		
sam. 19 janvier 2019	08:00	60	08:00	4	08:00	1	41		35				50						30		
dim. 20 janvier 2019	08:00	59	08:00	4	08:00	1	41		35				50						25		
lun. 21 janvier 2019	08:00	60	08:00	4	08:00	1	43		35				50						26		
mar. 22 janvier 2019							45		42				50						25		
mer. 23 janvier 2019							46		43				52						25		
jeu. 24 janvier 2019	08:00	60	08:00	4	08:00	0	44		32				52						Pas d'info		
ven. 25 janvier 2019							44		32				52						27		
sam. 26 janvier 2019							43		32				Pas d'info						26		
dim. 27 janvier 2019							47		35				55						24		
lun. 28 janvier 2019	08:00	99	08:00	12	08:00	3	82		60				80						49		
mar. 29 janvier 2019	08:00	111	08:00	23	08:00:00	4	103		80				90						58		
mer. 30 janvier 2019	08:00	117	08:00	23	08:00:00	0	102		85				95						60		
jeu. 31 janvier 2019	08:00	131	08:00	39	08:00:00	3	102		85				95						60		
ven. 1 février 2019	08:00	132	08:00	32	08:00:00	2	102		90				75						50		
sam. 2 février 2019																					
dim. 3 février 2019																					
lun. 4 février 2019								120		83				75						47	
mar. 5 février 2019	07:00	125	07:00	27	07:00:00	0	101		82				Pas d'info						42		
mer. 6 février 2019	07:00	99	07:00	26	07:00:00	0	99		80				75						30		
jeu. 7 février 2019	07:00:00	98	07:00	14	07:00:00	0	98		Pas d'info				75						Pas d'info		
ven. 8 février 2019	07:00	123	07:00	21	07:00	0															
sam. 9 février 2019																					
dim. 10 février 2019																					
lun. 11 février 2019	08:00	pas d'info	08:00	5	08:00:00	0	86		Pas d'info				Pas d'info						Pas d'info		
mar. 12 février 2019	11:00	107	11:00	7	11:00:00	0	85		Pas d'info				80						32		
mer. 13 février 2019	07:00	105	07:00	7	07:00:00	0	85		75		25		pas d'info		80		72		28		
jeu. 14 février 2019	08:00	106	08:00	6	08:00:00	0	83		Pas d'info		pas d'info		pas d'info		80		72		26		
ven. 15 février 2019	08:00	103	08:00	4	08:00:00	0	80		Pas d'info		pas d'info		pas d'info		80		72		22		
sam. 16 février 2019							78		Pas d'info		pas d'info		pas d'info		75		70		20		
dim. 17 février 2019							76		Pas d'info		pas d'info		pas d'info		74		67		16		
lun. 18 février 2019	08:00	99	08:00	0	08:00:00	0	73		Pas d'info		pas d'info		pas d'info		74		67		12		

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

- Neige simulée : comparaison avec relevés

fin des relevés de neige, jusqu'au prochain épisode (décidé en réunion UPC le 6/3/19)

M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
			Alsace, précipitation										
			Modifier les paramètres des données raster, larsim										
			sélection de résultat LARSIM, neige eq eau simulée 4 3 5										
3		4	Larsim1					Snow4 Modell	eq eau simulation				
			Larsim1					Snow4					
<b>Ventron (1150m) (88)</b>	<b>Ventron (900m) (88)</b>	<b>SurcelNord (960m) (68)</b>	<b>Ballon d'Alsace (1153m)</b>	<b>Markstein (1184m)</b>	<b>Le Hohwald (595m)</b>	<b>Grandfontaine (736m)</b>	<b>Phalsbourg D4V (377m)</b>	<b>Ballon d'Alsace (1153m)</b>	<b>Markstein (1184m)</b>	<b>Le Hohwald (595m)</b>	<b>Grandfontaine (736m)</b>	<b>Phalsbourg D4V (377m)</b>	
Hauteur (cm)	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	Eq Eau (mm)	
		23	6	17	3	4	0	15	21	12	15	0	
		34	17	22	44	7	0	30	40	15	20	0	
		33	15	20	45	4	0	13	20	12	12	0	
		33	0	38	0	0	0	35	60	15	8	0	
		23	0	44	0	0	0	52	95	8	5	0	
		23											
		22	0	46	0	0	0	56	100	6	3	0	
Pas d'info		Pas d'info	1	51	3	2	0	24	103	5	2	0	
50		30											
50		25											
50		26	1	53	4	1	0	74	127	12	9	0	
50		25	0	48	4	1	0	77	130	14	10	0	
52		25	0	54	4	1	0	77	131	14	10	0	
52		Pas d'info	0	47	5	1	0	79	132	15	11	1	
52		27	9	58	4	4	0	82	135	16	11	2	
Pas d'info		26	9	58	4	4	0	83	136	16	13	2	
55		24	9	58	4	4	0	79	129	18	15	2	
80		49	9	58	4	4	0	80	128	15	11	0	
90		58	25,2	68,3	12	15,3	1,7	93,8	184,4	34,2	41,1	8	
95		60	31	70	12,1	15,3	1,5	101,1	200	44,1	44,2	8,8	
95		60	45,1	74,9	14,3	20	0,4	165	212,1	51,6	48,8	10,1	
75		50	62,9	92,1	20,7	19,6	0,3	185,5	238,3	67	63,1	11,7	
75		47											
Pas d'info		42	61	100	18	20	0	117	260	70	66	10	
75		30						180	260	66	63	9	
75		Pas d'info	56	98	8	20	0	140	244	58	56	1,2	
			60	100	6	10		164	248	51	43	0	
Pas d'info		Pas d'info	58	90	0,8	0,3	0	135	250	10	9	0	
80		32	100	85	1,7	1	0	150	280	8	5	0	
80	72	28	100	115	1,4	1	0	160	290	20	10	0	
80	72	26	30	97	0,4	0,3	0	160	288	18	10	0	
80	72	22	28	116	0	0	0	150	207	7	2	0	
75	70	20											
74	67	16											
74	67	12											

# Utilisation de la neige pour le modèle Larsim

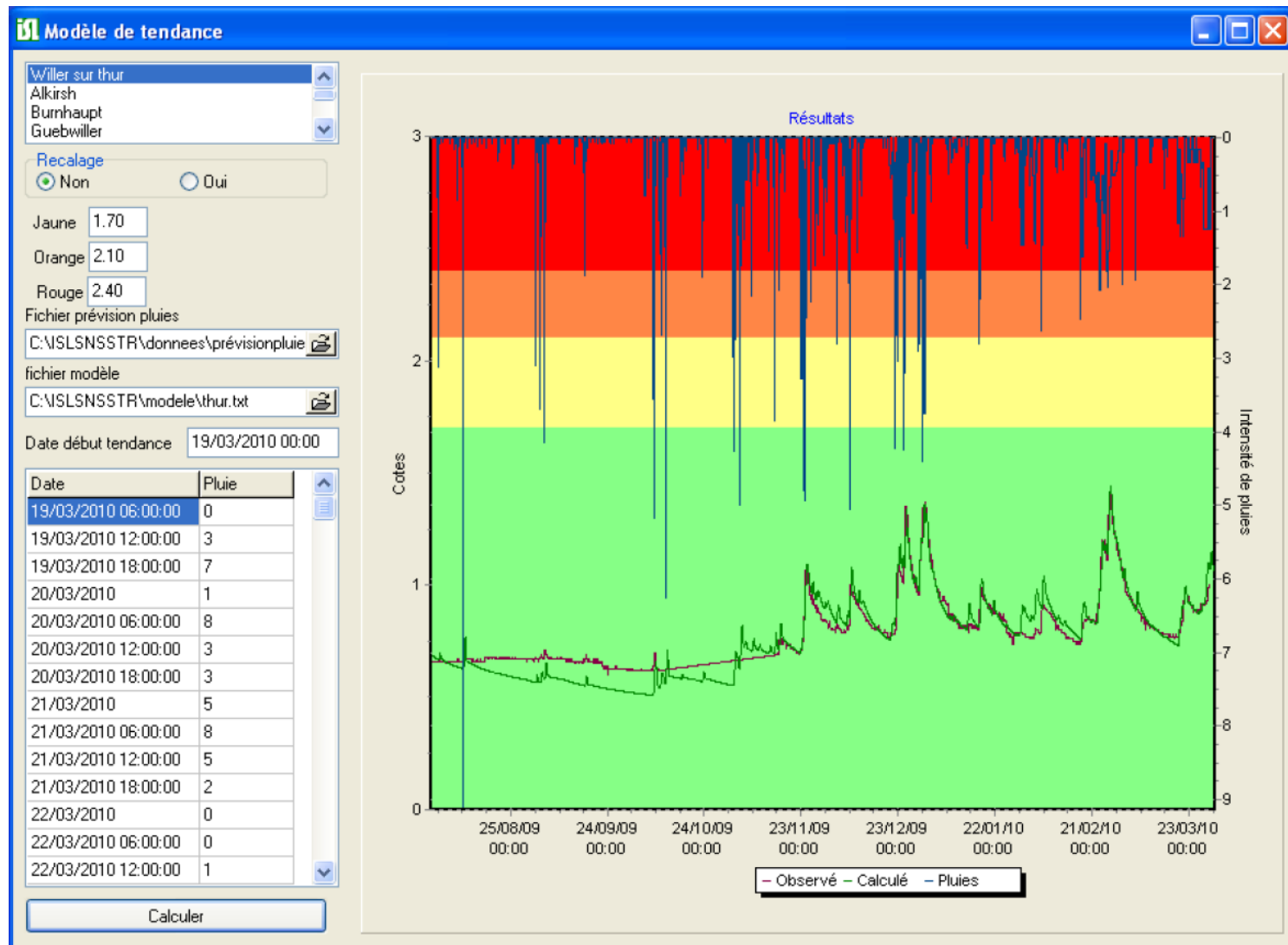
- En résumé :
  - Nombreux paramètres de réglage de la neige en opérationnel
  - Tests historiques réalisés sur la sensibilité de ces paramètres
  - Laissés par défaut suite au calage historique du modèle
  - Difficultés pour avoir du recul sur le changement de chaque paramètre

# Utilisation de la neige pour le modèle GesRes

- GesRes (Modèle hydrologique de chez ISL) :
  - Continu
  - Horaire
  - Global
  - Conceptuel à réservoirs (type GRP)
  - Sans assimilation
- Utilisé en tant que secours dans la chaîne opérationnelle

# Utilisation de la neige pour le modèle GesRes

- IHM : présentation rapide (mode manuel)



# Utilisation de la neige pour le modèle GesRes

- Distribution de la neige prévue pour équivalent pluie

## Calculateur (équivalent en eau sur le bassin à partir des hauteurs de neige)

Utilisation : remplir les colonnes B à O en hauteur de neige (cm) + éventuellement la ligne 12 pour prendre des coeff. personnalisés

		Ratios entre Equivalent_eau / hauteur de neige							
Trois situations, trois qualifications, trois rapports avec variation de l'a		<500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	>1100
1	Neige fraîche et sèche	1,6	1,7	1,75	1,8	1,85	1,9	1,95	2
2	Neige cumulée, légèrement humide	2	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3
3	Neige ancienne, humide à très humide	2,6	2,8	3	3,2	3,6	3,8	4	4
4	Coefficients personnalisés	1	1	1	1	1	1	1	1

Il est difficile de caractériser de façon uniforme un manteau neigeux qui dépend d'une historique sur la saison, de l'altitude.  
On observera que le coefficient varie avec l'altitude ce qui peut s'expliquer : le manteau en altitude reste plus longtemps en place et donc contient plus d'eau.  
Toutefois 3 catégories sont distinguées ainsi qu'une supplémentaire où des valeurs personnalisées peuvent être définies.

Altitude	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	1100-1200	1200-1300	1300-1400	Eg_eau(mm) neige fraîche	Eg_eau(mm) neige cumulée	Eg_eau(mm) neige ancienne	Eg_eau(mm) personnalisé
Altkirch			100	100	100	100	100	100							162 mm	202 mm	265 mm	100 mm
Burhaupt-le-haut															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Didenheim															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Ensisheim															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Eriksen															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Guebwiller															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Holtzheim															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Kogenheim															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Oberhof-Eckartswiller															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Oltingue															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Ostheim															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Russ-Wisches															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Sarralbe															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Sarrebourg															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Saverne															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Selestat (estimé)															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Sewen															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Spechbach-le-bas															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Waltenheim-sur-Zorn															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Wihr-au-Val															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Willer-sur-Thur															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Wittring															0 mm	0 mm	0 mm	0 mm

- Distribution de la neige prévue pour équivalent pluie

# Utilisation de la neige pour le modèle GesRes

- En résumé :
  - Tentative de valorisation des précipitations neigeuses prévues
  - Transformation en pluie selon les tranches d'altitude
  - Equivalent à « booser » la pluie ? (dynamiques différentes entre ruissellements pluvieux et fonte)



# Conclusion

- Situation de moyenne montagne pour un certain nombre de stations
- Des événements neigeux épisodiques pouvant voir un impact aggravant lors de la fonte [neige à 600-900m, 20 à 50 cm]
- Outils fiables pour connaître les hauteurs de neiges à des endroits définis, mais des incertitudes sur les équivalences en eau générées
- Des modèles prenant en compte la neige, mais souvent peu fiables et difficiles à expertiser (savoir exactement ce que prend en compte le modèle, prise en compte erronée...)
- En opérationnel, recours le plus souvent à des méthodes plus simples : prise en compte de la neige comme une incertitude et réalisation de scénarios manuels simulant un potentiel de fonte