

Prévisions hydrologiques et alertes

Les prévisions hydrologiques sont établies pour certains cours d'eau et lacs, et certains sites. Elles renseignent sur les volumes d'eau charriés par les cours d'eau durant les jours à venir (débits) et sur le niveau des lacs. Les prévisions valent toujours pour un point donné du cours d'eau ou du lac considéré.

Pour prévoir le débit d'un cours d'eau ou le niveau d'un lac, on utilise des modèles hydrologiques. Les calculs s'effectuent à partir des prévisions météorologiques de MétéoSuisse, ainsi que des données hydrologiques et météorologiques mesurées. Les prévisions générées par les modèles varient en fonction des données d'entrée (inputs = prévisions météorologiques). Après interprétation par les spécialistes de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), elles sont publiées sous la forme de bulletins et d'alertes à l'intention de divers services spécialisés et du grand public (cf. Figure 1). Dans les situations critiques, ces informations constituent la base des plans d'urgence.

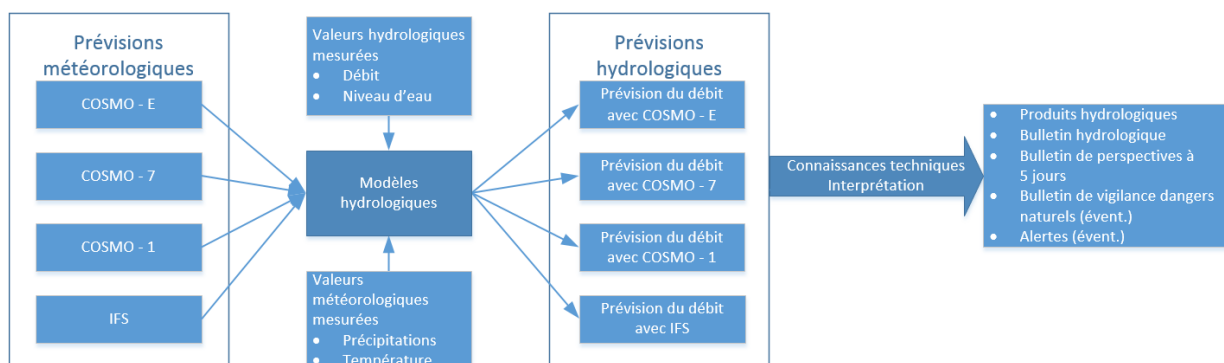


Figure 1 : Processus et inputs pertinents pour les prévisions hydrologiques

Comment les prévisions hydrologiques sont-elles établies ?

Les prévisions des niveaux d'eau et des débits sont établies au moyen de modèles hydrologiques alimentés avec des données météorologiques et hydrologiques mesurées, ainsi qu'avec des prévisions météorologiques (cf. Figure 2). Les modèles et les données utilisés sont présentés brièvement ci-dessous.

Modèles hydrologiques

Les modèles hydrologiques illustrent de façon simplifiée le régime des eaux dans un bassin versant. Ils permettent de calculer les volumes d'eau stockés, évaporés et les volumes qui restent en fin de compte dans les cours d'eau et lacs et influencent les débits et niveaux d'eau. L'eau peut être stockée par la végétation, le sol et le sous-sol géologique, ou sous la forme de neige.

Dans un modèle hydrologique, on distingue les valeurs d'entrée (inputs) et les valeurs de sortie (outputs). Les inputs peuvent être des valeurs mesurées ou prévues. Les principaux inputs sont les précipitations ainsi que la température et les principaux outputs, le débit ainsi que le niveau d'eau, mais aussi l'évaporation, l'enneigement et la saturation du sol. Si les prévisions commencent par exemple à 8h00, le modèle est alimenté avec données mesurées jusqu'à ce moment-là. Après 8h00, les valeurs de prévision doivent être utilisées.

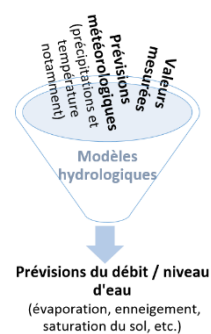


Figure 2 : inputs et outputs des modèles hydrologiques

Le système de prévision de l'OFEV compte cinq modèles hydrologiques de différents degrés de complexité. Ils sont présentés brièvement dans le Tableau 1. Tous les modèles hydrologiques ne sont pas nécessairement appliqués à chaque station. Sur la plateforme GIN, les données d'un unique modèle hydrologique sont disponibles pour chaque station. Tous les modèles présentent une résolution temporelle d'une heure.

Tableau 1 : modèles hydrologiques utilisés par l'OFEV pour les prévisions des débits

Modèle	Caractéristiques
HBV-96	Résolution spatiale grossière (zones), représentation simplifiée des processus (utilisé uniquement pour le bassin versant du Rhin)
PREVAH	Résolution spatiale plus précise (hydrotopes), représentation des processus fondée sur des données physiques
WaSiM	Modèle à mailles de 0,5 x 0,5 km, représentation des processus fondée sur des données physiques, nombreuses options
LARSIM	Modèle à mailles de 1 x 1 km, représentation des processus en partie fondée sur des données physiques
RS3	Modèle hydrologique et hydraulique, représentation simplifiée des processus hydrologiques, structures hydrauliques détaillées (utilisation uniquement des composantes hydrauliques en combinaison avec le modèle PREVAH)

Modèles / prévisions météorologiques

Les prévisions météorologiques de MétéoSuisse sont établies au moyen de modèles météorologiques représentant les processus à l'œuvre dans l'atmosphère. Les modèles météorologiques utilisés par l'OFEV sont référencés dans le Tableau 2. Les modèles météorologiques ne présentent pas tous la même période de prévision (de 30 heures à 10 jours). Les modèles sont de type déterministe ou probabiliste. Contrairement aux modèles déterministes, qui fournissent une seule prévision, les modèles probabilistes englobent plusieurs, si bien qu'ils indiquent la probabilité d'occurrence de chaque prévision. Exemple : la probabilité qu'il tombe plus de 50 mm de pluie au cours des prochaines 24 heures est de 70 % (cf. Tableau 2).

Tableau 2 : modèles météorologiques utilisés par l'OFEV pour les prévisions des débits

Modèle	Type	Période de prévision	Fréquence / jour
COSMO-1	Modèle déterministe (1 prévision)	Jusqu'à 30 h	8 fois
COSMO-7	Modèle déterministe (1 prévision)	72 h	3 fois
IFS (ECMWF)	Modèle déterministe (1 prévision)	240 h	2 fois
COSMO-E	Modèle probabiliste (21 prévisions)	132 h	1 fois

Qualité des prévisions

Les facteurs suivants influencent la qualité des prévisions hydrologiques : modèles météorologiques numériques, modèles hydrologiques, disponibilité et qualité des données. À noter que plus la période de prévision est grande, plus l'incertitude sur les prévisions est importante (cf. Figure 3). De même, plus un bassin versant est grand, plus la fiabilité des prévisions diminue.

Modèles météorologiques

Les prévisions météorologiques ont une grande influence sur la qualité des prévisions des débits. Si elles sont incorrectes, les prévisions des débits le seront également. Les prévisions de températures et de précipitations notamment sont déterminantes (quantité, répartition géographique, succession temporelle).

Les cumuls de précipitations ont surtout une influence sur les niveaux d'eau. Si le modèle météorologique prévoit des cumuls supérieurs à ceux observés dans la réalité, le débit sera surévalué par le modèle hydrologique. La température est quant à elle surtout pertinente en combinaison avec les chutes de neige. Pour un épisode de précipitations avec chutes de neige sur le Plateau, les prévisions dépendront dans une large mesure de la limite du zéro degré. Si la limite pluie-neige est basse, les précipitations tomberont sous forme de neige, ce qui n'entraînera qu'une faible hausse des débits. Si la limite pluie-neige est élevée, les précipitations tomberont essentiellement sous forme de pluie et la neige disponible fondra, conduisant à une forte hausse des débits. Notons toutefois qu'il est très difficile de prévoir précisément la limite du zéro degré.

Modèles hydrologiques, disponibilité et qualité des données

Des prévisions météorologiques d'excellente qualité n'impliquent pas nécessairement des prévisions hydrologiques pertinentes. La représentation de la réalité au moyen de modèles hydrologiques a en effet ses limites. Cela explique que ces modèles ne fournissent pas de bons résultats dans toutes les situations ni dans tous les bassins versants.

État initial

La réaction d'un bassin versant aux épisodes de précipitations dépend de son état initial. La saturation du sol ou la présence de neige joue par exemple un rôle important. Le modèle hydrologique est alimenté avec des données mesurées jusqu'à l'établissement de la prévision. La saturation du sol et l'enneigement sont quant à eux calculés. Dans les bassins versants ne comportant pas ou qu'un faible nombre de stations de mesure météorologiques, les résultats peuvent ne pas refléter la réalité. En effet, pour les calculs, il faut utiliser les valeurs de stations de mesure éloignées ne rendant pas nécessairement compte des conditions du bassin versant considéré. Si l'état initial modélisé est éloigné de la réalité, les prévisions des débits peuvent ne pas être pertinentes malgré des prévisions météorologiques de qualité.

Influences

En Suisse, la quasi-totalité des grands lacs font l'objet d'une régulation, qui relève de la compétence des cantons. Les règlements de régulation déterminent les débits sortants selon le niveau des lacs. Il existe par ailleurs des prescriptions particulières pour les épisodes de crue. En cas de crue, il est cependant souvent difficile d'évaluer les débits sortants pour les jours à venir, ce qui influe sur la qualité des prévisions hydrologiques.

Dans bon nombre de bassins versants, le régime d'écoulement naturel est influencé par la production des centrales hydroélectriques. Les débits subissent ainsi de fortes fluctuations journalières. L'OFEV disposant malheureusement de peu d'informations sur la régulation des eaux, de grands écarts sont parfois observés entre les débits relevés et les débits prévus.

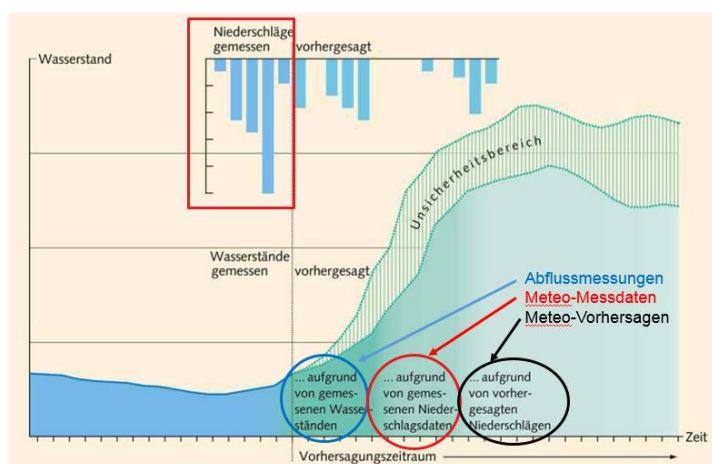


Figure 3 : hausse de l'imprécision dans la prévision des débits

Produits et alertes

Une fois les calculs effectués au moyen des modèles hydrologiques et les résultats interprétés par les prévisionnistes, des produits sont publiés à l'intention du grand public et des spécialistes.

- *Graphique de prévisions* : pour près d'une centaine de stations, les résultats modélisés sont représentés pour l'ensemble des modèles météorologiques (cf. Tableau 2).

- *Bulletin hydrologique* : ce bulletin décrit la situation hydrologique générale (cours d'eau et lacs) ainsi que l'évolution du temps, et fournit des prévisions des débits et des niveaux d'eau pour les prochains jours. Publié en ligne, il est mis à jour deux fois par semaine (le lundi et le jeudi).
- *Carte de vigilance crues* : l'OFEV établit quotidiennement une carte de vigilance crues pour les lacs et les cours d'eau d'intérêt national (cf. Figure 4), ainsi qu'une carte de vigilance crues pour les petits et moyens cours d'eau. Les couleurs appliquées (lacs, cours d'eau, régions) varient en fonction du risque de crue. Ces cartes sont représentées séparément sur le site de l'OFEV, mais sont fusionnées en une seule carte sur la plateforme GIN. En cas de crue, la carte est actualisée plusieurs fois par jour si nécessaire.
- *Bulletin de perspectives à 5 jours* : ce bulletin donne des informations sur les alertes fédérales de crues pour les cinq jours à venir. Il précise également les alertes en cours. Le bulletin de perspectives à 5 jours ne fait pas l'objet d'un envoi actif.
- *Bulletin de vigilance dangers naturels* : ce bulletin est établi lorsque le niveau de danger 2 (>HQ2) est atteint pour un lac ou un cours d'eau d'intérêt national. Il décrit l'événement en détail et fournit des informations pertinentes sur les processus météorologiques en cours (pluie, neige, vent, etc.).

Niveaux de danger

Lacs et cours d'eau d'intérêt national

Cinq niveaux de danger ont été définis pour les lacs et les cours d'eau d'intérêt national. Le niveau de danger 1 (vert) implique une absence de danger ou un danger minime et le niveau de danger 5 (rouge foncé), un très grand danger (cf. Figure 4). Les niveaux de danger renseignent sur l'intensité de l'événement et le comportement à adopter. Les limites entre les niveaux de danger ont été définies sur la base des dispositifs à initier dans les cantons et des connaissances disponibles sur le comportement des cours d'eau considérés (niveau à partir duquel le cours d'eau sort de son lit, survenance des premiers dommages, etc.). Elles correspondent approximativement à la récurrence des épisodes de crue (survenance tous les 2, 10, 30 ou 100 ans en moyenne).

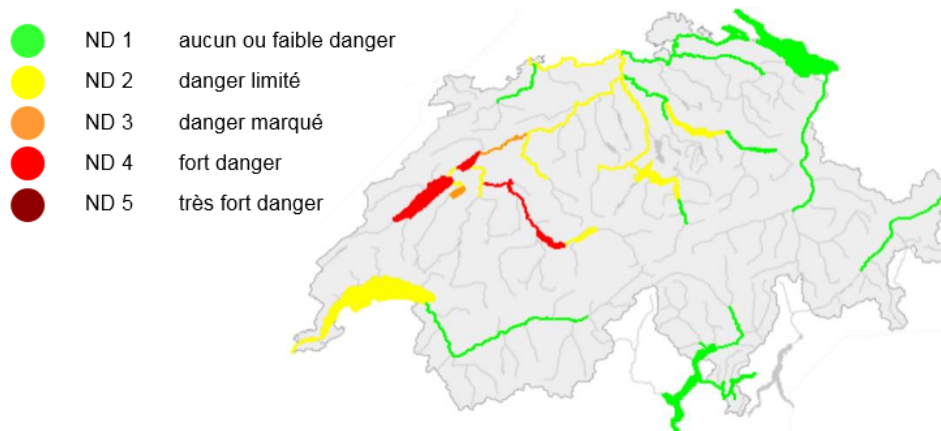


Figure 4 : carte des crues pour les cours d'eau et les lacs d'intérêt national et niveaux de danger de l'OFEV. ND = niveau de danger

Alertes en cas de crue pour les petits et moyens cours d'eau

En raison du manque de précision des prévisions de précipitations, les alertes relatives aux petits et moyens cours d'eau sont émises pour des régions. Dans ces cas, il n'est en effet pas possible de dire avec précision quels seront les cours d'eau concernés. Pour les petits et moyens cours d'eau, la distinction est faite, avant la survenue de l'événement, entre deux niveaux de danger : aucun ou faible danger (vert) et danger de crues (sans définition de l'intensité, jaune). Dans le cas de « crues du siècle » (comme celles d'août 2007), la coloration passe au rouge (niveau de danger 4). Le rouge sert à signaler une crue très importante au moment même où elle se produit. Cette couleur est affichée sur la base des données mesurées et ne peut donc être utilisée au préalable pour annoncer une crue. Aucune alerte n'est communiquée aux autorités.