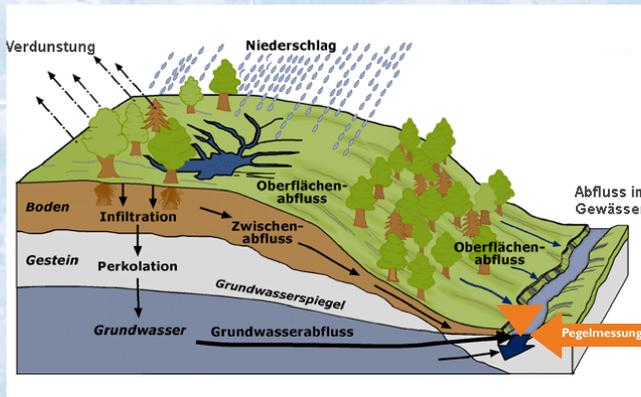


Prévisions de crue rapportées aux échelles

1. De la pluie au débit



Avec un certain temps de décalage, les précipitations qui s'abattent sur une zone font augmenter le débit et monter le niveau des eaux d'une rivière. La rapidité de la montée des eaux et le niveau qu'elles atteignent ne dépendent pas uniquement de la quantité des eaux pluviales mais également de la superficie du bassin, de sa géologie, de la pente et de la capacité des sols à stocker l'eau.

Les niveaux d'eau sont mesurés régulièrement et automatiquement sur une échelle, c'est-à-dire à un point donné de la rivière.

Ces niveaux d'eau sont importants pour les forces locales d'intervention quand elles ont, par ex., à décider quelles sont les mesures à prendre et quand il est opportun de les prendre.



2. Planification prévisionnelle

Quand le niveau d'eau dépasse à une échelle un seuil d'alerte fixé, certaines décisions sont à prendre, par ex. :

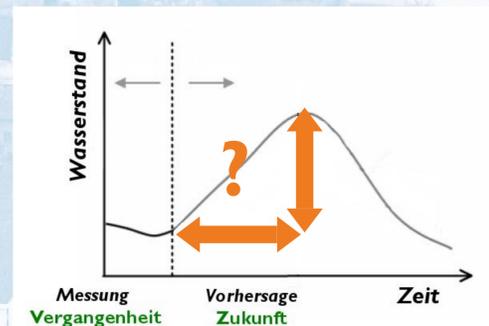
- Doit-on dresser des parois mobiles de protection dans le courant de la journée?
- Quels sont les tronçons de route risquant d'être submergés et qu'il convient de barrer?
- Des évacuations sont-elles à prévoir dans certains quartiers ou certaines zones longeant des tronçons de rivière donnés?

Pour répondre à ces questions, on fait appel à des modèles mathématiques de prévision.

Les modèles calculent les processus de transformation des pluies en débit. Pour effectuer ces opérations de calcul, il faut disposer de données récentes de mesure (des précipitations, de la température de l'air, des niveaux d'eau aux échelles) permettant d'identifier la situation dans le bassin. A ceci s'ajoutent les prévisions des services météorologiques (DWD, Météo France). Les modèles livrent leurs résultats sous forme de prévision de niveau d'eau aux échelles.



3. Une prévision, c'est quoi?



Les modèles de bilan hydrologique aident à répondre aux questions suivantes:

- Jusqu'à quelle hauteur le niveau d'eau va-t-il monter au cours des prochaines heures et des prochains jours et à quelle vitesse ?
- Quelle hauteur le niveau d'eau maximal va-t-il atteindre ?
- Quand ce niveau d'eau maximal sera-t-il atteint ?

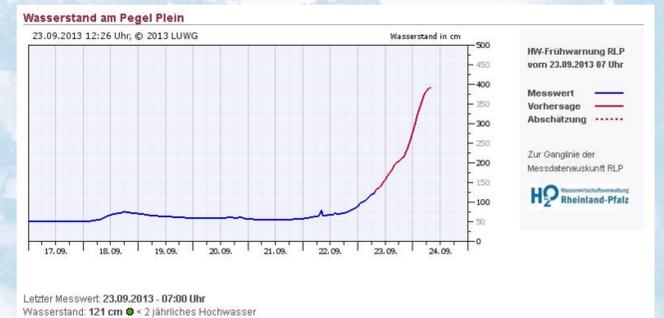
La prévision est donc un pronostic de l'évolution des niveaux d'eau.

4. Où trouve-t-on les informations requises?

Il existe en Rhénanie-Palatinat trois centres d'annonce des crues (pour le Rhin, la Moselle et le bassin Nahe/Lahn/Sieg) qui publient régulièrement et en temps réel les mesures et les prévisions les plus récentes sur les niveaux d'eau. L'information du public se fait via internet (www.hochwasser-rlp.de), vidéo, radio, téléphonie mobile ou applications pour smartphones.



© 2011 LUWG
Annonces de crues sur le bassin Moselle/Sarre/Sûre délivrées par le centre d'annonce des crues MOSEL de Trèves



Des prévisions de niveau d'eau (sur 24 heures) et des estimations (pour les prochains jours) sont communiquées pour des échelles sélectionnées.



L'alerte précoce des crues dans les bassins versants de petite taille

1. Pourquoi émet-on des alertes précoces de crues?

- Sur les cours d'eau de petite ou de moyenne taille, les crues extrêmes peuvent également engendrer des dommages financiers de plusieurs millions d'euros.
- En fonction de l'humidité des sols en place et des caractéristiques régionales spécifiques, les bassins versants réagissent aux événements pluviaux de manière très variable.
- Cette soi-disante «sensibilité aux inondations» n'est toutefois pas prise en compte dans les alertes de tempête ou de fortes pluies des services météorologiques.



Inondation sur la Lieser à Wittlich, 2011

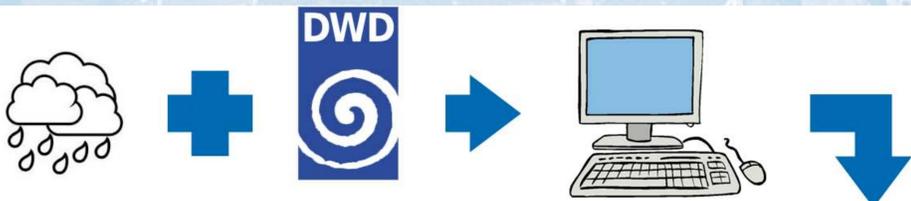
2. Quelle est la particularité des petits bassins versants ?

- Dans les petits bassins versants, le temps de réaction entre l'évènement pluvial et l'inondation est court.
- Il est difficile de prévoir de manière exacte les événements pluviaux intenses s'abattant sur de petites surfaces. Ce type de précipitations est cependant souvent la cause de crues locales.
- ➔ Le degré d'incertitude des prévisions est très élevé dans les petits bassins versants. Il est impossible d'émettre des prévisions de débit au centimètre près ou pour un lieu précis.

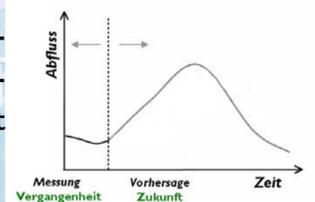
➔ Pour ces raisons, des alertes précoces sont émises sous forme de prévisions de crues régionalisées pour les petits bassins versants (< 300 km²)

3. Méthode suivie

L'alerte précoce des crues se fonde sur le même principe que la prévision des crues rapportée aux échelles sur les cours d'eau de grande taille :



Les modèles utilisent des données de mesure récentes et des prévisions météorologiques pour calculer des prévisions de débit pour les heures et jours à venir.



MAIS :

- En raison de la marge d'incertitude importante, il est **impossible de réaliser des prévisions locales de niveau d'eau au centimètre près** dans les bassins versants de petite taille.
- Cependant, un message d'alerte est émis pour une **région** quand le débit prévu dépasse une certaine valeur limite sur plusieurs tronçons fluviaux.
- Les zones d'alerte correspondent aux **circonscriptions et districts**.
- L'alerte se fait selon **5 niveaux de vigilance** faisant chacun référence à la récurrence des débits maximaux prévus.

Pour un tronçon de la zone «Plein /Lieser» par ex., les débits caractéristiques suivants déterminent les différents niveaux d'alerte :

Jährlichkeit	Abfluss in m ³ /s	Warnklasse - Hochwassergefährdung
< 2	71,1	gering
> 2	71,1	mäßig
> 10	112	mittel
> 20	130	hoch
> 50	150	sehr hoch

4. Le système d'alerte précoce

La **carte d'alerte précoce des crues** est l'outil central sur lequel s'appuie l'alerte précoce des crues. Elle indique le risque d'inondation potentiel dans la région d'alerte pour les 24 heures à venir.



ATTENTION :

- L'alerte précoce des crues ne porte que sur les bassins versants de petite taille ! Si par exemple les affluents de la Moselle sont en crue à la suite de fortes précipitations, les circonscriptions et villes riveraines de la Moselle peuvent être placées en niveau de vigilance élevé ou très élevé bien que la Moselle même ne soit pas placée en vigilance.
- La transposition de ces informations au niveau local, c'est-à-dire l'interprétation des prévisions de récurrence et la planification des mesures qui en résulte, doit s'opérer sur place !



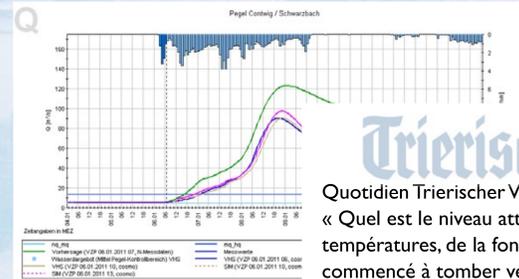
Intempéries et inondations dans la vallée de la Ruwer, juillet 2012 (Photos : Tobias Senzig)



Incertitudes des prévisions de débit

Comment fonctionnent les prévisions de débit ?

- Des modèles informatiques calculent le régime des eaux d'une région. Ils permettent d'identifier quand, où, avec quelle rapidité et dans quel ordre de grandeur les précipitations contribuent au débit d'une rivière.
- Ces modèles utilisent les prévisions des services météorologiques (DWD, Météo France) pour pronostiquer l'évolution des niveaux d'eau.



Trierischer Volksfreund

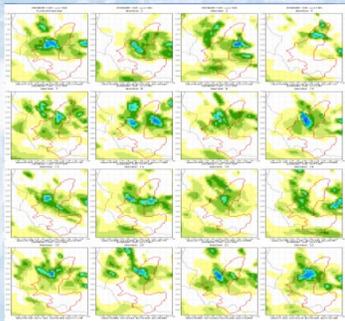
Quotidien Trierischer Volksfreund du 6 janvier 2011 :
« Quel est le niveau attendu de la Moselle en regard de la hausse des températures, de la fonte des neiges qui s'ensuit et de la pluie qui a commencé à tomber vers midi ? Le service de prévision des crues Moselle à Trèves n'écarte pas pour samedi et dimanche un niveau d'eau (mesuré à Trèves) de neuf à dix mètres. A titre de comparaison : la crue de Noël 1993, la plus importante mesurée depuis plus de 100 ans, a atteint un niveau d'eau de 11,28 mètres à Trèves. »

MAIS : les prévisions de débit sont soumises à des INCERTITUDES !

D'où viennent ces incertitudes ?

Incertitudes des prévisions météorologiques

Il est difficile de prendre en compte l'ensemble des processus atmosphériques complexes dans la prévision météorologique. Dans le souci de limiter les incertitudes, les services météorologiques utilisent donc différents modèles pour leurs prévisions. Ces modèles sont continuellement affinés et améliorés. Un certain pourcentage d'incertitude subsiste cependant. Les incertitudes portent sur l'estimation de la quantité des précipitations, du moment où elles se produisent et du lieu sur lequel elles s'abattent.



© S.Theis, DWD 2009

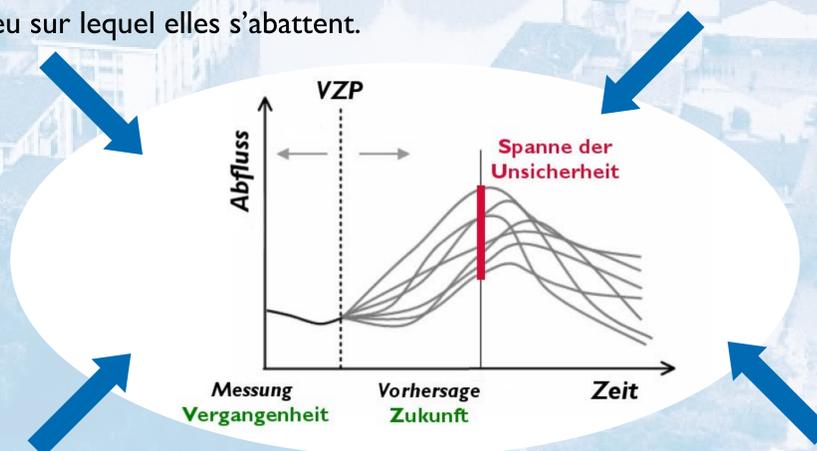
Données d'entrée erronées

Parmi les données de mesure introduites dans le modèle de prévision, certaines sont d'emblée affectées d'erreurs. En cas de gel ou de crue, les indications des niveaux d'eau peuvent être incorrectes. Par ailleurs, les difficultés de mesure des hauteurs de neige ou d'intensité des tempêtes peuvent fausser la mesure des précipitations.

Structure du modèle et paramétrage

Un modèle de bilan hydrologique ne peut reproduire parfaitement les processus agissant dans un bassin versant. Des simplifications sont donc nécessaires pour reconstituer ces processus à l'aide de formules mathématiques. Ainsi, la structure locale hétérogène des sols est simplifiée dans le modèle par des 'unités de sol' couvrant une plus grande superficie, conçues de manière uniformisée et caractérisées par des paramètres de sol standardisés.

Les paramètres d'un modèle de bilan hydrologique doivent être ajustés de telle sorte que la réaction d'une région aux précipitations puisse être reproduite de manière optimale. Pour effectuer cet ajustement, appelé 'calage', on doit pouvoir disposer des données de mesure d'anciens événements hydrologiques marquants, qui ne sont hélas pas souvent disponibles en nombre suffisant.



Fonctionnement du modèle

En mode d'exploitation, le modèle peut être confronté à des pertes de données, des problèmes de connexion au réseau de mesure ou des défaillances dans le transfert des données. Pour être véritablement opérationnel, le modèle doit en outre tenir compte des interventions anthropiques sur le régime hydrologique. La gestion des ouvrages de retenue tels que les barrages (de vallée) et les zones de rétention est importante car la mise en eau de polders peut faire sensiblement baisser le niveau d'une pointe de crue.

Plus le temps de prévision est long, plus les prévisions sont incertaines

Selon la situation météorologique, la taille et la nature du bassin, les prévisions peuvent être soumises à des incertitudes plus ou moins importantes.

Les incertitudes de la prévision des débits

En situation d'inondation, les services publics, les forces locales d'intervention et les particuliers directement concernés doivent prendre une série de décisions. Les prévisions de débit produites par les services d'annonce des crues jouent un rôle central dans ces choix. Cependant, ces prévisions sont toujours soumises à des incertitudes dont il convient de tenir compte dans les décisions à prendre.

Les centres de prévision des crues discutent actuellement de nouvelles formes et moyens de communication devant permettre de présenter ces incertitudes le plus clairement et utilement possible à tous les acteurs concernés.

A l'avenir, la prévision de débit en soi sera accompagnée d'indications sur le degré de fiabilité et de probabilité de la valeur pronostiquée ainsi que sur les marges supérieures et inférieures des variations possibles.

Personne XY :
Dois-je vider ma cave par mesure de précaution ? Dois-je monter mes meubles au premier étage?



Association sportive :
Est-il plus prudent d'annuler notre championnat de kayak?

Sapeurs-pompiers :
Devons-nous être prêts à évacuer aujourd'hui la population d'un quartier ? Devons-nous mettre à disposition des sacs de sable ?

Service de gestion d'un barrage de vallée :
devons-nous vider notre retenue de barrage de vallée à titre de précaution pour stocker plus d'eau en cas de crue ?



Exploitant d'usine hydroélectrique :
Comment devons-nous gérer le régime opérationnel de notre usine au cours des prochaines heures et des prochains jours?



Comment prendre en compte les incertitudes?

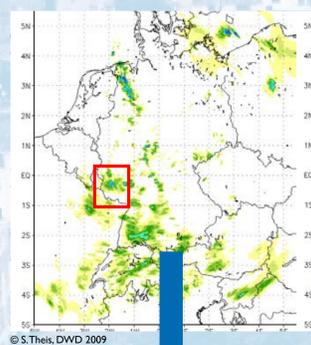
L'incertitude est une information supplémentaire

Analyse coûts/bénéfices

Décision sur les mesures à prendre en cas d'inondation

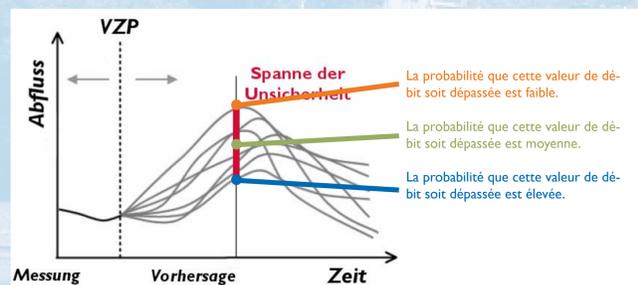
Estimation des risques à l'échelle locale

Expertise sur le terrain



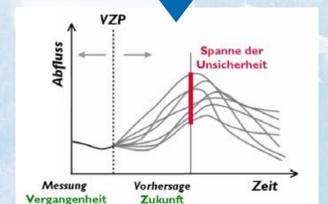
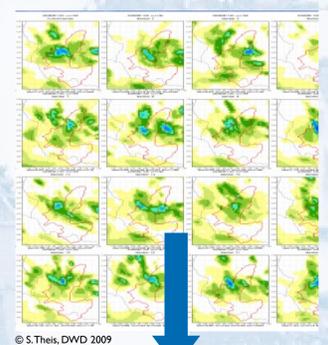
Comment quantifier les incertitudes?

La qualité de la prévision du débit dépend essentiellement de la qualité de la prévision des précipitations. Pour identifier les incertitudes liées à la prévision des précipitations, on fait appel à un regroupement de plusieurs prévisions météorologiques (appelé un ENSEMBLE). D'autres facteurs que la prévision des précipitations sont également des sources d'incertitude dans la prévision du débit (erreurs dans les données de mesure, la structure de modélisation, le paramétrage). Ces facteurs sont également pris en compte dans les ensembles et les méthodes statistiques.



Quelles informations les « graphiques spaghetti » livrent-ils ?

Les calculs fournissent la marge de variation possible des hydrogrammes pour un moment plus éloigné dans le futur (par ex. 24 h après le moment de la prévision).



Comment communiquer les incertitudes?

Pour une sélection d'échelles, les services d'annonce des crues fourniront à l'avenir, en plus de leurs prévisions de débit, une indication sur l'incertitude affectant ces prévisions. Il reste encore à déterminer COMMENT cette incertitude sera présentée.

Une option pourrait consister à représenter une marge d'incertitude indiquant l'extension potentielle des variations vers le haut comme vers le bas pour le débit pronostiqué (comme on le voit dans la figure de gauche du HND Bayern). Une autre serait d'indiquer les probabilités de dépassement de valeurs de débit données.

