

Zusammenfassung der Journées Techniques zu Ensemble-Vorhersagen in der Hydrologie am 28. /29. Januar 2019

Autorenschaft : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Grand Est

Einleitung

Das Hochwasservorhersagenetzwerk hat sich zum Ziel gesetzt, gutachterliche Vorhersagen mit einem mittleren Trend und einer Wahrscheinlichkeitsspanne von 80 % auf der Plattform Vigicrues zu veröffentlichen. Aktuell stützt sich die veröffentlichte Unsicherheit auf den Sachverstand des Vorhersagespezialisten, der von einigen Tools unterstützt wird, die ihm die modelleigenen Unsicherheiten (OTAMIN und PROFOUND) angeben.

Um den Nutzern eine exaktere quantitative (probabilistische) Einschätzung der Vorhersageunsicherheiten zu liefern, hat sich das Netzwerk Vigicrues mittelfristig zum Ziel gesetzt, die Ensemble-Vorhersagen in seinem operativen Betrieb zu nutzen.

Eingeschränkt wird dieses Vorhaben einerseits durch das hydrologische System an sich, das eine örtlich-zeitliche Kohärenz erfordert, und andererseits durch die relative Seltenheit der Phänomene, die vorhergesagt werden sollen. Hinzu kommen technisch-materielle Einschränkungen auf der einen Seite und die Aneignung der neuen Technologien auf der anderen Seite: Welche Rolle spielt der Sachverstand, wie können binäre Entscheidungen ausgehend von probabilistischen Szenarien getroffen werden?

Das SCHAPI hat am 28. und 29. Januar 2019 eine Fachtagung zu Ensemble-Vorhersagen organisiert, zu der es seine wichtigsten nationalen Partner, allen voran Météo-France, eingeladen hat. Diese Tagung gab einen Überblick über den aktuellen Stand von Ensemble-Vorhersagen in der Hydrologie und gab einen Anstoß zu einem Dialog zwischen Meteorologen und Hydrologen über die aufgetretenen Probleme, insbesondere bei der Darstellung dieser Vorhersagen.

Das detaillierte Programm dieser Fachtagung steht im Anhang zur Verfügung. Die HVZ Rhin-Sarre kann die entsprechenden Beiträge auf Anfrage und nach Zustimmung der Autoren weiterleiten.

Meteorologie

Ensemble-Vorhersagesysteme

Météo France nutzt zwei Ensemble-Vorhersagesysteme, das großskalige PEARP (35 Member, davon eins nicht gestört) und das kleinskalige, räumlich begrenzte PE-AROME (12 gestörte Member).

Der Anfangszustand ist durch ein Ensemble-Assimilationssystem gestört. Die Unsicherheit in der Modellierung wird im PEARP durch einen multiphysikalischen Ansatz berücksichtigt und im PE-AROME mithilfe eines stochastischen Ansatzes. Die Randbedingungen des PE-AROME werden unter den Membern des PEARP ausgewählt.

Diese Ensemble-Vorhersagesysteme entwickeln sich ständig weiter; insbesondere im Hinblick auf die Anzahl der Member und die Auflösung der Modelle sind Änderungen abzusehen.

Aufgrund dieser kontinuierlichen Entwicklung, der erst kürzlich erfolgten Einrichtung des PE-AROME und der notwendigen Ressourcen für die Rechenleistung gibt es keine homogene langfristige Archivierung dieser Ensemble-Vorhersagesysteme. Das Fehlen einer Langzeitarchivierung einer stabilen Modellversion bereitet Schwierigkeiten bei der Kalibrierung der Ensembles. Bei Météo-France werden derzeit Nachberechnungen durchgeführt, die aber nicht die gleichen Merkmale haben wie die operationellen Systeme.

Vorbereitung der meteorologischen Daten

Die wichtigsten Leistungskriterien eines Ensemble-Vorhersagesystems sind:

- die Zuverlässigkeit: die probabilistischen Informationen werden bei einer signifikanten Zahl der Vorhersagen geprüft
- die Genauigkeit: Nähe zu den Beobachtungen
- die Schärfe: Auflösung, Breite des Vorhersageintervalls.

Schärfe und Genauigkeit werden mit dem CRPS (Continuous Rank Probability Score) gemessen. Die Zuverlässigkeit lässt sich am Rangdiagramm ablesen.

Eine Vorbehandlung der meteorologischen Vorhersagen erscheint notwendig, um die Zuverlässigkeit der Ensemble-Vorhersagen zu verbessern (die meist unterdispersiv sind) und eventuelle Bias-Korrekturen vorzunehmen.

Zwei Kalibrierungstechniken wurden vorgestellt: EMOS (parametrisch), QRF (nicht-parametrisch) Die nicht-parametrischen Techniken sind effizienter bezüglich der Scores, aber selbst eine sehr einfache Kalibrierung ist hier nützlich.

Diese Techniken ermöglichen zuverlässige Quantil-Vorhersagen, zerstören aber die örtlich-zeitliche Kohärenz sowie die Kohärenz zwischen Variablen. Allerdings ist diese Kohärenz bei der hydrologischen und hydraulischen Vorhersage (Kombination von Vorhersagetiefen, Einzugsgebieten und eventuell unterschiedlichen Variablen) erforderlich.

Stichprobe- und Neuordnungstechniken (Shuffle, Ensemble Copula Coupling) ermöglichen einen Neuaufbau kohärenter Szenarien.

Nowcasts

Die folgenden Produkte wurden vorgestellt:

- AROME-PI: PI für Prévision Immédiate (Nowcast), basiert auf AROME, stündlicher run, reduziertes Assimilationsfenster, Vorhersagen verfügbar für Vorhersagetiefen von H+35 Minuten bis 6 h
- 2piR: Extrapolation des räumlichen Verhaltens der Niederschläge ausgehend von den Radar-Gebietsniederschlägen, alle 5 Minuten erstellt.
- PIAF: Linearkombination von 2piR und AROME-PI

Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Konzeption von „nahtlosen“ Produkten, die Modelle unterschiedlicher Vorhersagetiefe kombinieren. Da diese Produkte regelmäßig aktualisiert werden, kann zu einem gegebenen Zeitpunkt ein Ensemble aus Informationen aus den verschiedenen Realisationen (time-lag) erstellt werden. Sie stellen jedoch insofern keine Ensemble-Vorhersage dar, als ihre Member nicht zweifelsfrei gleich wahrscheinlich sind (in die neuesten Member fließt eine höhere Zahl von Beobachtungen ein) und sich nicht für die Kalibrierung eignen.

Hydrologie

Analogmethode

Die Analogmethode besteht darin, großräumige Wetterlagen mit vergangenen Ereignissen (Modellhistorie, Nachspiel) zu vergleichen, um meteorologisch ähnliche Ereignisse zu erfassen. Die zu diesen vergangenen Zeitpunkten beobachteten Niederschläge ergeben eine leistungstärkere Niederschlagsvorhersage als die Vorhersagen aus Rohergebnissen der Modelle. Die Analogiefenster müssen mit einer regional gültigen Kalibrierungsmethode ermittelt werden.

Ursprünglich wurde diese Methode vor allem im Gebirge genutzt, aber sie kann auch genutzt werden, um meteorologische Ensemble-Vorhersagen vorzubereiten, und liefert dann zuverlässige Ergebnisse. Der analoge Datensatz ist von operationellem Interesse und erlaubt es, Erfahrungen aus der Vergangenheit zu nutzen. Außerdem erweitert er den Wissensstand, was in Krisensituationen nützlich sein kann.

Multi-Modell-Ansatz vs. Ensemble-Vorhersagen

Die HVZ Rhin-Sarre und Meuse-Moselle haben bei der Fachtagung ihre Vorhersagekette, die insbesondere auf einem Multi-Modell-Ansatz basiert (mehrere meteorologische Modelle und mehrere hydrologische Modelle), sowie ihre ersten Erfahrungen mit einer Ensemble-Vorhersage vorgestellt.

Der Multi-Modell-Ansatz ermöglicht eine gute qualitative Bewertung der Gesamtunsicherheit, ist relativ ausfallsicher und stützt sich auf die Sachkenntnis und Erfahrung eines Teams von Vorhersagespezialisten. Er erlaubt hingegen keine probabilistische Quantifizierung der Unsicherheit, ist wartungsintensiv, erfordert eine solide Schulung der Anwender sowie Tools zur Entscheidungsfindung.

Die Ensemble-Vorhersagen der COSMO-D2-EPS/LARSIM-Kette werden bisher als zusätzliche Entscheidungshilfe für das Auslösen einer Alarmstufe genutzt, ebenso als Tool zur Bewertung der Unsicherheit. Das Instrument wird nicht zur Erstellung von Vorhersagen durch Experten genutzt.

Post-processing und Vorhersageketten

Die Doktorarbeit von J. Bellier zeigt, dass die hydrologischen Ensemble-Vorhersagen sogar mit einem effizienten Pre-processing wenig zuverlässig sind. Ein Post-processing ist also notwendig.

Das BMA (Bayesian Model Averaging) besteht darin, jedem Member des Ensembles eine Verteilung zuzuordnen, um eine korrigierte Verteilung zu erhalten. Mit dieser Technik können die vorhergesagten Verteilungen zuverlässiger gemacht werden.

Wie für die meteorologischen Vorhersagen ermöglichen Stichprobe- und Neuordnungstechniken (Shuffle, Ensemble Copula Coupling) einen Neuaufbau kohärenter Szenarien.

Um Aussagen über die gesamte Vorhersagenunsicherheit machen zu können, die die Unsicherheiten der hydrologischen Modellierung einbezieht, muss ein zusätzliches Tool zur Bewertung der Vorhersageunsicherheiten des hydrologischen Modells auf jedes Member der Ensemble-Verteilung angewandt werden. Außerdem werden die hydrologischen Vorhersagen der Experten manchmal in ein hydraulisches Modell eingespeist, für das erneut die inhärenten Vorhersageunsicherheiten bewertet werden müssen. Stichprobentools und Tools zur Neuordnung der Member im Post-processing sind also notwendig und müssen die örtlich-zeitliche Kohärenz und die Multiparameterkohärenz berücksichtigen (Niederschläge und Temperaturen bei schneeabhängigen Prozessen).

Mittelfrist

Die beiden vorgestellten Systeme, EFAS und SIM-PE beruhen auf der Nutzung meteorologischer EZMW Ensemble-Vorhersagen und eines großräumigen physikalischen Raummodells.

Das EFAS-System wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des COPERNICUS-Programms getragen. Das LISFLOOD-Modell nutzt meteorologische und hydrologische Beobachtungen, die von den zuständigen Zentren gesammelt werden, sowie meteorologische (deterministische und Ensemble-) EZMW- und DWD-Vorhersagen. Auf dem Internet-Portal des Projektes sind Kurz- und Mittelfristvorhersagen verfügbar, außerdem gibt es eine Benachrichtigungsfunktion für den Fall, dass das Hochwasserrisiko eine gewisse Schwelle überschreitet. Andere Produkte (Sturzfluten, Überschwemmungsgebiete, saisonale Vorhersagen) werden ebenfalls entwickelt.

SIM-PE ist die „Ensemble-Vorhersage“-Version der hydro-meteorologischen Modellkette von Météo-France SIM2 (Safran-Surfex-Modcou). Diese Kette zeigt tägliche Abflüsse für einen Vorhersagezeitraum von 10 Tagen, die den HVZ zur Verfügung stehen, und

ermöglicht mittels Vergleichs, das Risiko einer Überschreitung der Schwellenwerte zu erkennen.

Auswertung

Visualisierung und Tools, Rolle des Sachverstands in der Vorhersagekette

Für die alltägliche Anwendung von Ensemble-Vorhersagen ist es angesichts der Vielzahl an Informationen entscheidend, dass die Tools und die vorgeschlagenen Visualisierungen anwenderfreundlich sind und dass der Experte mit der Flut von Informationen (Korrektur, Auswahl, Erkennen von Unter-Dispersion etc.) umzugehen weiß. Der Vorhersagespezialist braucht außerdem Tools zur Einschätzung der Zuverlässigkeit der Ensemble-Vorhersagen, auf denen seine Analyse zum Auslösen eines Alarms basiert.

Es wurden verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung der Wetterlage (kartografische Darstellung oder auf Ebene der Einzugsgebiete) oder der Abflussvorhersagen vorgestellt.

R. Garçon (EDF) hat Sachverstand als eine kritische menschliche Analyse derjenigen Elemente definiert, die zur Vorhersage und zur eventuellen Korrektur dieser Elemente oder des Ergebnisses beitragen. Expertenwissen kann in verschiedene Phasen der Erstellung einer meteorologischen oder hydrologischen Vorhersage eingreifen:

- Kontrolle über die Eingangsdaten
- Verständnis der Lage und Erstellung eines oder mehrerer denkbarer Entwicklungsszenarien, eventuell mit Unsicherheiten
- Beobachtung der Lage und Feststellung von Unterschieden zwischen Vorhersage und letzten Beobachtungen

Ensemble-Vorhersagen verbessern die Reaktionsfähigkeit, wenn die Lage vom „Hauptszenario“ abweicht und die Hydrologen von den Meteorologen eine Aussage darüber erwarten, welches der ursprünglich angedachten Szenarien das wahrscheinlichste ist.

Vorbereitung des Krisenmanagements: Entscheidungsfindung in unsicheren Kontexten vereinfachen

Die gemeinsame Präsentation der HVZ LCI und des CEREMA konnte aufzeigen, wie durch einen Dialog mit den Anwendern die Berücksichtigung der Unsicherheit im Krisenmanagement vorbereitet werden kann. Aus der hier angewandten Methodik ergab sich eine Definition kritischer Situationen, eine Definition von Szenarien, die zu solchen kritischen Situationen führen, sowie ein Entscheidungsbaum, der auf den Vorhersagen mit unterschiedlichem Unsicherheitslevel basiert.

Allgemeiner sollte das Netzwerk der Hochwasservorhersage seine Nutzer für den Begriff der mit der hydro-meteorologischen Vorhersage verbundenen Unsicherheit und für die Notwendigkeit einer systematischen Entscheidungsfindung in unsicherem Kontext

sensibilisieren und dabei berücksichtigen, dass die Umsetzung gewisser Maßnahmen eine bestimmte Zeit erfordert.

Synthèse des Journées Techniques sur les Prévisions d'Ensemble pour l'Hydrologie 28 et 29 janvier 2019

Auteur: Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Grand Est

Introduction

Le réseau de la prévision des crues s'est donné pour objectif de publier sur Vigicrues des prévisions expertisées, avec une tendance moyenne et un encadrement probable à 80 %. À l'heure actuelle, l'incertitude publiée repose sur l'expertise du prévisionniste, aidé de quelques outils lui permettant de connaître les incertitudes liées à la modélisation (OTAMIN et PROFOUND).

Pour fournir à ses utilisateurs une estimation plus juste et quantitative (probabiliste) des incertitudes prédictives, le réseau Vigicrues s'est donné pour objectif à moyens termes d'utiliser les prévisions d'ensemble dans son fonctionnement opérationnel.

Les contraintes qui s'appliquent à ce projet sont d'une part liées à la nature du système hydrologique, qui nécessite une cohérence spatio-temporelle des prévisions, et sont d'autre part liées à la relative rareté des phénomènes que l'on cherche à prévoir. A cela s'ajoute des contraintes technico-matérielles d'une part, et d'autre part un travail d'appropriation à ces techniques nouvelles : quel rôle de l'expertise, comment prendre des décisions binaires à partir de scénarios probabilistes ?

Le SCHAPI a organisé les 28 et 29 janvier 2019 des journées techniques consacrées à la prévision d'ensemble, où il avait invité ses principaux partenaires nationaux et en particulier Météo-France. Ces journées ont permis de faire un état de l'art en termes de prévisions d'ensemble en hydrologie et d'amorcer un dialogue entre météorologues et hydrologues sur les problématiques rencontrées, notamment en termes de valorisation de ces prévisions.

Le programme détaillé de ces journées est disponible en annexe. Le SPC Rhin-Sarre peut diffuser les présentations associées sur demande et avec l'accord de leur auteur.

Météorologie

Systemes de prévision d'ensemble

Météo France met en œuvre deux systèmes de prévision d'ensemble, la PEARP (35 membres dont un non perturbé) pour la grande échelle et la PE-AROME (12 membres perturbés), à aire limitée, pour la fine échelle.

L'état initial est perturbé grâce à un système d'assimilation d'ensemble. L'incertitude sur la modélisation est prise en compte par le biais d'une approche multi-physique dans la PEARP et par une approche stochastique dans la PE-AROME. Les conditions aux bords de la PE-AROME sont sélectionnées parmi les membres de la PEARP.

Ces systèmes de prévision d'ensemble sont en évolution continue, avec notamment des évolutions à attendre concernant le nombre de membres et la résolution des modèles.

Du fait de cette évolution continue, du caractère récent de la mise en place de la PE-AROME et des ressources nécessaires en termes de capacité de calcul, il n'existe pas d'archives longue durée homogènes de ces systèmes de prévision d'ensemble. Cette absence d'archive longue sur une version stable des modèles pose des difficultés pour la calibration des ensembles. Des rejeux sont en cours à Météo-France, mais ils n'ont pas les mêmes caractéristiques que les systèmes opérationnels.

Pré-traitements des données météorologiques

Les principaux critères de performance d'un système de prévision d'ensemble sont :

- la fiabilité : les informations probabilistes sont vérifiées sur un nombre significatif de prévisions
- la précision : proximité aux observations
- la finesse : résolution, largeur de l'intervalle de prévision.

La finesse et la précision sont mesurées par le CRPS (Continuous Rank Probability Score). La fiabilité peut être appréhendée par le diagramme de rang.

Il apparaît qu'un pré-traitement sur les prévisions météorologiques est nécessaire pour améliorer la fiabilité des prévisions d'ensemble (qui sont en général sous-dispersives) et corriger d'éventuels biais.

Deux techniques de calibration ont été présentées : EMOS (paramétrique), QRF (non-paramétrique). Les techniques non paramétriques sont plus efficaces en termes de scores mais une calibration même très simple est déjà bénéfique.

Ces techniques permettent d'obtenir des prévisions par quantiles fiabilisées, mais ont pour conséquence de détruire la cohérence spatio-temporelle et entre variables. Or cette cohérence est nécessaire dans le cadre de la prévision hydrologique et hydraulique (combinaison d'échéances, de bassins versants et éventuellement de variables différentes).

Des techniques d'échantillonnage/réarrangement (Schaafe Shuffle, Ensemble Copula Coupling) permettent de reconstruire des scénarios cohérents.

Prévisions immédiates

Les produits présentés sont les suivants :

- AROME-PI : PI pour Prévisions Immédiate, basé sur AROME, run toutes les heures, fenêtre d'assimilation réduite, prévisions disponibles à H+35 minutes jusqu'à 6 h d'échéance
- 2piR : extrapolation du déplacement des précipitations à partir de la lame d'eau radar, produite toutes les 5 minutes.
- PIAF : combinaison linéaire de 2pirR et AROME-PI

Des travaux de recherche portent sur la conception de produits « sans couture » combinant les modèles aux différentes échéances. Ces produits étant fréquemment mis à jour, il peut être fabriqué à un instant donné un ensemble constitué d'informations issues des différents réseaux (time-lag). Ils ne constituent pas pour autant une prévision d'ensemble au sens où les membres ne sont sans doute pas équiprobables (les membres les plus récents bénéficiant de l'intégration de plus d'observations) et non susceptibles de faire l'objet de calibration.

Hydrologie

Analogues

La méthode des analogues consiste à comparer des champs atmosphériques de grande échelle prévus à un historique (historique modèle, réanalyse) afin de détecter des dates proches d'un point de vue des conditions météorologiques. Les précipitations observées à ces dates analogues constituent un ensemble de prévisions de précipitations plus

performant que les prévisions issues de sorties brutes de modèles. Les fenêtres d'analogies doivent être déterminées par une procédure de calage valable à l'échelle régionale.

Utilisée historiquement essentiellement en montagne, cette méthode peut être utilisée pour prétraiter des prévisions d'ensemble météorologiques, avec des résultats satisfaisants en termes de fiabilité notamment. L'obtention d'un jeu de dates analogues présente un intérêt opérationnel, permettant de solliciter la mémoire du prévisionniste, ainsi qu'un intérêt pédagogique valorisable en situation de crise.

Approche multi-modèles vs prévisions d'ensemble

Les SPC Rhin-Sarre et Meuse-Moselle ont présenté à ces journées leur chaîne de prévision, basée principalement sur une approche multi-modèles (plusieurs modèles météorologiques et plusieurs modèles hydrologiques) ainsi que leurs premières expériences avec une prévision d'ensemble.

L'approche multi-modèle permet une bonne évaluation qualitative de l'incertitude globale, une résilience en cas de panne et s'appuie sur l'expertise et l'expérience d'une équipe de prévisionnistes. En revanche, elle ne permet pas une quantification probabiliste de l'incertitude, nécessite beaucoup de maintenance et nécessite une bonne formation et des outils d'aide à la décision pour les prévisionnistes.

Les prévisions d'ensemble de la chaîne COSMO-D2-EPS/LARSIM sont jusqu'à présent utilisés comme un outil complémentaire d'aide à la décision pour le passage d'une vigilance, et comme un outil d'évaluation de l'incertitude. Le dispositif n'est pas utilisé pour la production de prévisions expertisées.

Post-traitement et chaînes de prévision

Les travaux de thèse de J. Bellier montrent que, même avec un pré-traitement efficace, les prévisions d'ensemble hydrologiques souffrent d'un manque de fiabilité. Un post-traitement est donc nécessaire.

La BMA (Bayesian Model Averaging) consiste à habiller chaque membre de l'ensemble par une distribution afin d'obtenir une distribution corrigée. Cette technique permet de fiabiliser les distributions prévues.

Comme pour les prévisions météorologiques, des techniques d'échantillonnage/réarrangement (Schaake Shuffle, Ensemble Copula Coupling) permettent de reconstruire des scénarios cohérents.

Pour bénéficier d'une incertitude prédictive totale, intégrant les incertitudes de modélisation hydrologique, il est encore nécessaire d'utiliser un outil d'évaluation des incertitudes prédictives du modèle hydrologique sur chaque membre de la distribution d'ensemble. Par ailleurs, les prévisions hydrologiques expertisées sont parfois injectées dans un modèle hydraulique, pour lesquelles on doit à nouveau évaluer les incertitudes prédictives intrinsèques. Des outils permettant l'échantillonnage et le réarrangement des membres en post-traitement sont donc nécessaires, devant prendre en compte la cohérence spatio-temporelle et multi-paramètres (précipitations et températures dans les cas où des processus liés à la neige sont en jeu).

Moyenne échéance

Les deux systèmes présentés, EFAS et SIM-PE reposent sur l'utilisation des prévisions météorologiques d'ensemble ECMWF et un modèle spatialisé à base physique à grande échelle.

EFAS est porté par la Commission Européenne dans le cadre du programme COPERNICUS. Le modèle LISFLOOD utilise des observations météorologiques et hydrologiques collectées par des centres dédiés, ainsi que les prévisions météorologiques ECMWF (déterministe et ensemble) et du DWD. Des prévisions à courte et moyenne échéance sont disponibles sur le portail internet du projet avec des notifications dès lors que le risque de crue dépasse un certain seuil. D'autres produits (crues rapides, zones inondables, prévisions saisonnières) sont également développés.

SIM-PE est la version « Prévisions d'ensemble » de la chaîne de modélisation hydrométéorologique de Météo-France SIM2 (Safran-Surfex-Modcou). Cette chaîne produit des débits quotidiens à 10 jours d'échéance, disponibles pour les SPC et, par comparaison, permet de détecter des risques de dépassements de seuils.

Valorisation

Visualisation et outils, place de l'expertise dans la chaîne de prévision

Face à la multiplicité des données, l'ergonomie des outils du prévisionniste et des visualisations proposées, ainsi que sa capacité à interagir avec le flot d'information (correction, sélection, détection de sous-dispersion, etc.) sera une des clés de l'utilisation au quotidien des prévisions d'ensemble. Le prévisionniste doit encore disposer d'outils lui permettant d'appréhender la fiabilité des prévisions d'ensemble sur lesquels il fera reposer son analyse pour déclencher une vigilance.

Différents modes de visualisation ont été présentés, concernant les champs météorologiques (visualisation cartographique ou à l'échelle des bassins versants) ou les prévisions de débit.

L'expertise a été définie par R. Garçon (EDF) comme une analyse critique humaine des éléments contribuant à la prévision et correction éventuelle de ces éléments ou du résultat. Elle permet d'agir à différentes étapes de la production d'une prévision météorologique ou hydrologique :

- *Contrôle sur les données d'entrée*
- *Compréhension de la situation et élaboration d'un ou plusieurs scénarios d'évolution envisageables, éventuellement assortis d'incertitudes*
- *Suivi de la situation et détection des écarts entre la prévision et les observations récentes.*

Les prévisions d'ensemble permettent une meilleure réactivité quand la situation s'éloigne du scénario « principal » et les hydrologues attendent de la part des prévisionnistes météo un suivi de la trajectoire qui semble se dessiner parmi les scénarios initialement envisagés.

Préparation de la gestion de crise : faciliter la prise de décision en contexte incertain

La présentation commune SPC LCI et CEREMA a permis d'illustrer comment un dialogue avec les utilisateurs permet de préparer la prise en compte de l'incertitude lors de la gestion d'une crise. La méthodologie adoptée lors de cette démarche a conduit à définir des situations critiques, à définir des scénarios conduisant à ces situations critiques et à construire un arbre de décisions basé sur des prévisions à différents niveaux de certitude. De manière plus générale, le réseau de la Prévision des Crues devra sensibiliser ses utilisateurs sur la notion d'incertitude qui accompagne la prévision hydro-météorologique et la nécessité d'un questionnement sur la prise de décision en contexte incertain, en prenant en compte le temps nécessaire pour réaliser certaines actions.