

Engere Zusammenarbeit zwischen dem Deutschen Wetterdienst und den Hochwasservorhersagezentralen der Länder

Autorenschaft: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU RLP)

Nach der Hochwasserkatastrophe im Jahr 2021 wurde ein engerer Austausch und eine engere Zusammenarbeit zwischen dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und den Hochwasservorhersagezentralen (HVZ) der deutschen Bundesländer angestoßen. Es wurden mehrere konkrete Ansätze zur Verbesserung der Prozesskette für die Niederschlags- und Hochwasservorhersage identifiziert, die künftig eine bessere Vorhersage und Warnung ermöglichen sollen. Die dafür erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sollen gemeinsam von DWD und Hochwasservorhersagezentralen in einem Co-Design Ansatz bearbeitet werden (Abb. 2). Die konkrete Ausgestaltung der Arbeiten und Aufgaben erfolgen in enger Abstimmung mit den Vertretungen der Hochwasservorhersagezentralen der Bundesländer. In diesem Rahmen haben DWD und Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) eine Vereinbarung zur gemeinsamen Durchführung und Finanzierung eines auf 4-Jahre angelegten Projektes zur nutzerorientierten Verbesserung der Kommunikation von Wetter- und Hochwasserinformationen abgeschlossen. Das Projekt soll dazu beizutragen, den Nutzenden ein besseres Verständnis von mit den Vorhersagen verbundenen Unsicherheiten und bereitgestellten Wahrscheinlichkeitsinformationen zu vermitteln und damit eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für zukünftige Hochwasserereignisse zu schaffen. Erste Ergebnisse der Co-Design-Aktivitäten werden beim LARSIM-Anwendertreffen im März 2024 in Luxemburg vorgestellt.

Prévisions ponctuelles et régionales des crues fluviales et des crues soudaines avec le modèle de bilan hydrologique LARSIM

PALI Jules¹, HAAG Ingo², GERLINGER Kai², DEMUTH Norbert³

¹ DREAL Grand-Est/SRDRH (Service de Prévision des crues Rhin-Saône), 14 rue du Ballon de Marche n° 24, FR-67200 Strasbourg, France, e-mail: jules.pali@developpement-durable.gouv.fr
² HYDRON GmbH, Röhren 9, DE-71634 Karlsruhe, Allemagne, e-mail: ingo.haag@hydrongmbh.de, kai.gerlinger@hydrongmbh.de
³ Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Kaiser-Friedrich-Straße 7, DE-55116 Mainz, Allemagne, e-mail: norbert.demuth@lu.rlp.de

1. Présentation du modèle LARSIM

Modèle de bilan hydrologique (MBH) :

- Déterministe, spatialisé, continu, au pas de temps flexible (en général 1h), gratuit
- Développement permanent du modèle

Domaines d'application :

- Prévision opérationnelle des crues dans de nombreux bassins-versants (en Allemagne, France, Suisse, Luxembourg, Autriche)
- Simulation de la température de l'eau et des étiages
- Prévision de remplissage des barrages
- Prévision à long-terme (changement climatique), etc.

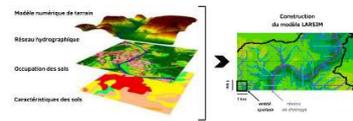


Figure 1. Données de terrain utilisées pour la construction du modèle LARSIM

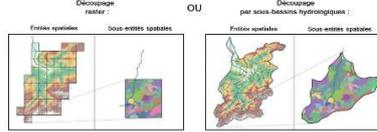


Figure 2. Structure spatiale d'un modèle LARSIM avec découpage raster ou par sous-bassins hydrologiques

Structure spatiale à haute résolution des éléments du modèle :

- Entités spatiales (« ES ») : basé sur données des altitudes et du réseau hydrographique pour calculer la concentration du débit et le routage (exemple : taille moyenne d'un ES pour le MBH Moselle : 1 km²)
- Sous-entités spatiales (« SES ») : basé sur données des caractéristiques du sol et de son occupation pour calculer la formation de l'écoulement (exemple : taille moyenne d'un SES pour le MBH Moselle : 0,07 km²)

Données d'entrée :

- Données hydrométriques (mesures observées, courbes de tarage)
- Données météorologiques (observées & prévues) : Pluviométrie, température de l'air, radiation, vitesse du vent, humidité de l'air & pression atmosphérique

Modélisation par chaque SES :

- l'Interception & l'évapotranspiration
- la dynamique de la neige
- le dépassement de la capacité d'infiltration (pour calculer les écoulements pour les crues soudaines)
- le régime hydrique du sol (pour calculer les écoulements pour les crues fluviales)

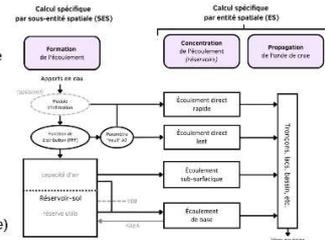


Figure 3. Représentation schématique de la formation des écoulements dans LARSIM (Haag et al. 2022)

2. Modélisation des crues soudaines

LARSIM est utilisé avec succès depuis des années pour la prévision opérationnelle des crues fluviales dans les cours d'eau suite à des précipitations de longue durée.

Le modèle a été étendu pour les crues soudaines

- Implémentation de l'approche RoGeR dans LARSIM avec trois processus d'infiltration successifs dans le sol : matrice du sol (approches selon Green & Ampt, modifiées par Peschke 1985), macropores & fentes de retrait
- Activation / désactivation automatique du module lors de fortes intensités de pluie
- Paramètres additionnels nécessaires (conductivité hydraulique, forces de succion, etc.)
- Application satisfaisante du module dans des bassins-versants de test

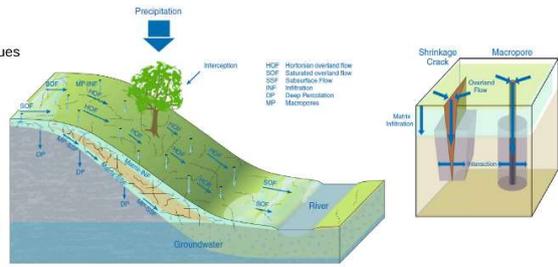


Figure 4. Processus d'écoulements implémenté dans le modèle RoGeR (Steinbrich et al. 2016)

3. Utilisation des prévisions d'ensemble dans LARSIM

Prévisions météorologiques d'ensemble du « DWD » (Deutscher Wetterdienst : service météorologique allemand)

- « Icon-D2-EPS » (prévisions court-terme, 20 membres)

Prévisions météorologiques d'ensemble de Météo-France (en cours d'intégration dans LARSIM)

- « Arôme-PE » (prévisions court terme, 35 membres)
- « Arpège-PE » (prévisions moyen-terme, 12 membres)
- « ECMWF » (prévisions long-terme)

Couplage des prévisions d'ensemble avec les prévisions météorologiques déterministes (court, moyen & long terme)

Affichage graphique et statistique des résultats par station

- Fréquences de dépassement, percentiles, médiane & quantiles 10 % et 90 %

Ergonomie d'affichage pour un confort de prise de décision

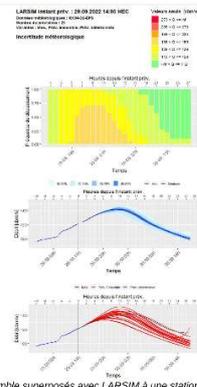


Figure 5. Exemple de résultats d'ensemble superposés avec LARSIM à une station

4. Prévisions régionales avec LARSIM

Prévision par secteurs :

- Regroupement de petits cours d'eau (jaugeages limités, voire inexistant) en zones cohérentes
- Détermination de valeurs-seuils de débits statistiques
- Prévisions basées sur les prévisions météorologiques d'ensemble du DWD

Changement de couleur :

- En fonction de la combinaison de franchissement des valeurs-seuil à plusieurs stations
- En fonction de l'occurrence statistique (prévisions d'ensemble)

- Automatisation possible des prévisions surfaciques

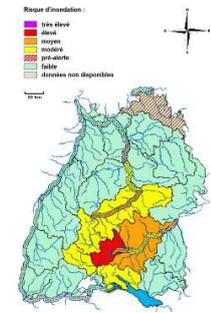


Figure 6. Carte d'alerte régionale de crues fictives en fonction du découpage des bassins versants amonts et fluviaux (LUBW, 2023)

5. Conclusion

- Multiples approches de prévision et de paramétrisation en fonction de la disponibilité des données
- Développement continu de LARSIM dans le cadre d'une coopération internationale et de la communauté des développeurs
- Approches d'infiltration différenciées en cas d'événements intenses : potentiel de modélisation important
- Couplage des prévisions déterministes et ensemblistes : amélioration significative de l'évaluation qualitative de l'incertitude globale
- Intégration future des prévisions météorologiques d'ensemble de Météo-France pour une meilleure analyse des prévisions
- Calcul des prévisions possible en tout point (modèle distribué), quel que soit la taille du bassin versant

Liens utiles

- Le modèle de bilan hydrologique LARSIM : <https://larsim.info/>
- Publications Hydrion : <https://www.hydrion-gmbh.de/en/publications/>
- Prévisions du land de la Rhénanie-Palatinat : <https://www.hochwasser.rlp.de/>
- Prévision des crues allemande : <https://www.hochwasserzentralen.de/fr/>

Références

Barnes J., Blöchlér J., Seidel J., Stankov A., Kustermann H., Joch M., Demuth N., 2017. An ensemble model for the prediction of high water events. Hydrology and Water Resources Journal, 14(3): 1763-1766. <https://doi.org/10.1007/s11265-017-0001-0>

Brennler M., Blöchlér J., Demuth N., Hobb F.K., Haag I., 2019. Simulation of high water events in the Moselle basin. Hydrology and Water Resources Journal, 16(3): 509-519. <https://doi.org/10.1007/s11265-019-0001-0>

Demuth N., Freitag A., 2018. Simulation of high water events in the Moselle basin. Hydrology and Water Resources Journal, 15(3): 2024. <https://doi.org/10.1007/s11265-018-0001-0>

Haag I., Künim J., Agner D., Steinhilber A. & V. Weiler, 2022. Simulation von Hochwasserereignissen in Folge lokaler Starkregen mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM. Hydrologie & Wasserbewirtschaftung, 66(1): 6-27. <https://doi.org/10.5875/hwa.2022.1>

LEZ - LARSIM Entwicklungsgemeinschaft, 2022. Le modèle de bilan hydrologique LARSIM - bases du modèle et exemples opérationnels - https://www.larsim.de/ressourcen/ressourcen-downloads/LARSIM_manual_2022.pdf

LUBW, 2023. Simulation zur Hochwasservorhersage. <https://www.lubw.rlp.de/medien/medien-umgebung/402>

Peschke G., 1985. Zur Filterung und Berechnung von Regenabfluss. Wasserbau. Zeitschrift der TU Dresden, Nr. 34(4), 185-200

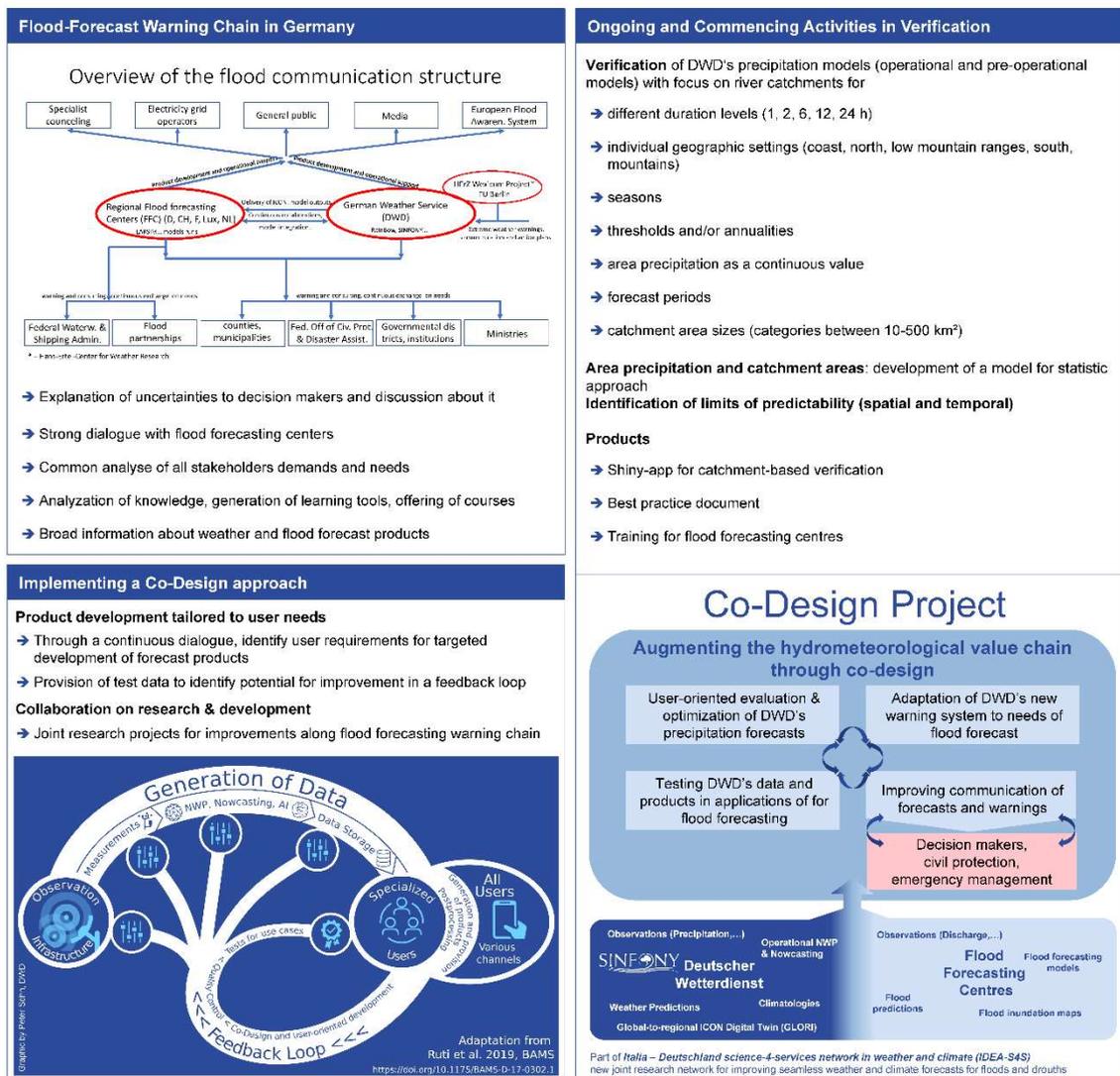
Steinbrich A., Leister H. et V. Weiler, 2010. Model-based quantification of runoff generation processes at high spatial and temporal resolution. Environ. Earth Sci. (2010) 75: 1423.

Abb. 1: Poster „Punktueller und regionaler Hochwasservorhersage von Flusshochwassern und Flash Floods mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM“

Co-design between DWD and flood forecasting centers to develop new communication approaches with improved forecast products

Stefan Wolff, Ina Blumenstein-Weingartz, Julia Keller, Andreas Lambert, Vanessa Fundel, Peter Sohn and Claudia Volosciuk

Heavy precipitation associated with severe convective storms may result in small-scale flooding events with high societal impacts. In order to improve the prediction of such events, Deutscher Wetterdienst (DWD) is strengthening its collaboration with Germany's flood forecasting authorities in a co-design approach.



Research and Development, Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Germany
Stefan Wolff, Ina Blumenstein-Weingartz
stefan.wolff@dwd.de irene.blumenstein-weingartz@dwd.de

Abb. 2: Beim IDEA S4S Kick-Off-Meeting am 20./21.11.2023 in Bonn präsentiertes Poster

Coopération plus étroite entre le service météorologique allemand et les centres de prévision des crues des Länder

Auteur: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU RLP)

Après les inondations catastrophiques de 2021, un échange et une coopération plus étroits entre le service météorologique allemand (DWD) et les centres de prévision des crues (HVZ) des Länder allemands ont été lancés. Plusieurs approches concrètes ont été identifiées pour améliorer la chaîne des processus de prévision des précipitations et des crues, ce qui devrait permettre d'améliorer les prévisions et les alertes à l'avenir. Les activités de recherche et de développement nécessaires à cet effet doivent être traitées conjointement par le DWD et les centres de prévision des crues dans une approche de co-conception (fig. 2). L'organisation concrète des travaux et des tâches se fait en étroite concertation avec les représentants des centres de prévision des crues des Länder. Dans ce cadre, le DWD et l'Office de l'environnement du Land de Rhénanie-Palatinat (LfU) ont conclu un accord pour la mise en œuvre et le financement communs d'un projet d'une durée de 4 ans visant à améliorer la communication des informations météorologiques et des informations de crue en fonction des besoins des utilisateurs. Le projet doit contribuer à fournir aux utilisateurs une meilleure compréhension des incertitudes liées aux prévisions et des informations sur les probabilités mises à disposition, et donc une meilleure base de décision pour les événements de crue futurs. Les premiers résultats des activités de co-conception seront présentés lors de l'atelier des utilisateurs LARSIM en mars 2024 au Luxembourg.

Prévisions ponctuelles et régionales des crues fluviales et des crues soudaines avec le modèle de bilan hydrologique LARSIM

PALI Jules¹, HAAG Ingo², GERLINGER Kai², DEMUTH Norbert³

¹ DREAL Grand-Est/SRDRH (Service de Prévision des crues Rhin-Saône), 14 rue du Ballon de Marche n° 24, FR-67200 Strasbourg, France, e-mail: jules.pali@developpement-durable.gouv.fr
² HYDRON GmbH, Röhren: 9, DE-76157 Karlsruhe, Allemagne, e-mail: ingo.haag@hydrongmbh.de, kai.gerlinger@hydrongmbh.de
³ Landesamt für Umweltschutz Rheinland-Pfalz, Kaiser-Friedrich-Straße 7, DE-55116 Mainz, Allemagne, e-mail: norbert.demuth@lu.rlp.de



1. Présentation du modèle LARSIM

Modèle de bilan hydrologique (MBH) :

- Déterministe, spatialisé, continu, au pas de temps flexible (en général 1h), gratuit
- Développement permanent du modèle

Domaines d'application :

- Prévision opérationnelle des crues dans de nombreux bassins-versants (en Allemagne, France, Suisse, Luxembourg, Autriche)
- Simulation de la température de l'eau et des étiages
- Prévision de remplissage des barrages
- Prévision à long-terme (changement climatique), etc.

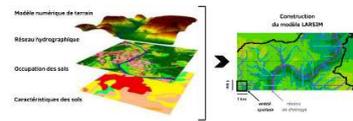


Figure 1. Données de terrain utilisées pour la construction du modèle LARSIM

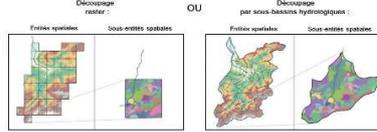


Figure 2. Structure spatiale d'un modèle LARSIM avec découpage raster ou par sous-bassins hydrologiques

Structure spatiale à haute résolution des éléments du modèle :

- Entités spatiales (« ES ») : basé sur données des altitudes et du réseau hydrographique pour calculer la concentration du débit et le routage (exemple : taille moyenne d'un ES pour le MBH Moselle : 1 km²)

- Sous-entités spatiales (« SES ») : basé sur données des caractéristiques du sol et de son occupation pour calculer la formation de l'écoulement (exemple : taille moyenne d'un SES pour le MBH Moselle : 0,07 km²)

Données d'entrée :

- Données hydrométriques (mesures observées, courbes de tarage)
- Données météorologiques (observées & prévues) : Pluviométrie, température de l'air, radiation, vitesse du vent, humidité de l'air & pression atmosphérique

Modélisation par chaque SES :

- l'Interception & l'évapotranspiration
- la dynamique de la neige
- le dépassement de la capacité d'infiltration (pour calculer les écoulements pour les crues soudaines)
- le régime hydrique du sol (pour calculer les écoulements pour les crues fluviales)

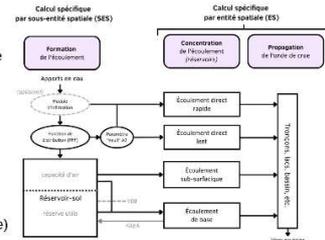


Figure 3. Représentation schématique de la formation des écoulements dans LARSIM (Haag et al. 2022)

2. Modélisation des crues soudaines

- LARSIM est utilisé avec succès depuis des années pour la prévision opérationnelle des crues fluviales dans les cours d'eau suite à des précipitations de longue durée.

- Le modèle a été étendu pour les crues soudaines

- Implémentation de l'approche RoGeR dans LARSIM avec trois processus d'infiltration successifs dans le sol : matrice du sol (approches selon Green & Ampt, modifiées par Peschke 1985), macropores & fentes de retrait
- Activation / désactivation automatique du module lors de fortes intensités de pluie
- Paramètres additionnels nécessaires (conductivité hydraulique, forces de succion, etc.)
- Application satisfaisante du module dans des bassins-versants de test

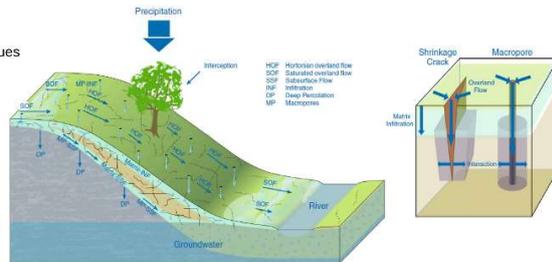


Figure 4. Processus d'écoulements implémenté dans le modèle RoGeR (Steinbrich et al. 2016)

3. Utilisation des prévisions d'ensemble dans LARSIM

Prévisions météorologiques d'ensemble du « DWD » (Deutscher Wetterdienst : service météorologique allemand)

- « Icon-D2-EPS » (prévisions court-terme, 20 membres)

Prévisions météorologiques d'ensemble de Météo-France

- en cours d'intégration dans LARSIM
- « Arôme-PE » (prévisions court terme, 35 membres)
- « Arpège-PE » (prévisions moyen-terme, 12 membres)
- « ECMWF » (prévisions long-terme)

Couplage des prévisions d'ensemble avec les prévisions météorologiques déterministes (court, moyen & long terme)

Affichage graphique et statistique des résultats par station

- Fréquences de dépassement, percentiles, médiane & quantiles 10 % et 90 %

Ergonomie d'affichage pour un confort de prise de décision

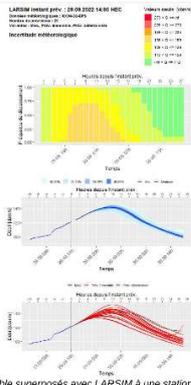


Figure 5. Exemple de résultats d'ensemble superposés avec LARSIM à une station

4. Prévisions régionales avec LARSIM

Prévision par secteurs :

- Regroupement de petits cours d'eau (jaugeages limités, voire inexistant) en zones cohérentes
- Détermination de valeurs-seuils de débits statistiques
- Prévisions basées sur les prévisions météorologiques d'ensemble du DWD

- Changement de couleur :

- En fonction de la combinaison de franchissement des valeurs-seuil à plusieurs stations
- En fonction de l'occurrence statistique (prévisions d'ensemble)

- Automatisation possible des prévisions surfaciques

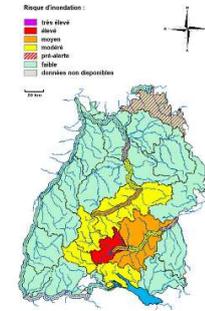


Figure 6. Carte d'alerte régionale de crues fictive en fonction du découpage des bassins versants amonts et fluviaux (LUBW, 2023)

5. Conclusion

- Multiples approches de prévision et de paramétrisation en fonction de la disponibilité des données
- Développement continu de LARSIM dans le cadre d'une coopération internationale et de la communauté des développeurs
- Approches d'infiltration différenciées en cas d'événements intenses : potentiel de modélisation important
- Couplage des prévisions déterministes et ensemblistes : amélioration significative de l'évaluation qualitative de l'incertitude globale
- Intégration future des prévisions météorologiques d'ensemble de Météo-France pour une meilleure analyse des prévisions
- Calcul des prévisions possible en tout point (modèle distribué), quel que soit la taille du bassin versant

Liens utiles

- Le modèle de bilan hydrologique LARSIM : <https://larsim.info/>
- Publications Hydron : <https://www.hydrongmbh.de/en/publications/>
- Prévisions du Land de la Rhénanie-Palatinat : <https://www.hochwasser.rlp.de/>
- Prévision des crues allemande : <https://www.hochwasserzentralen.de/fr/>

Références

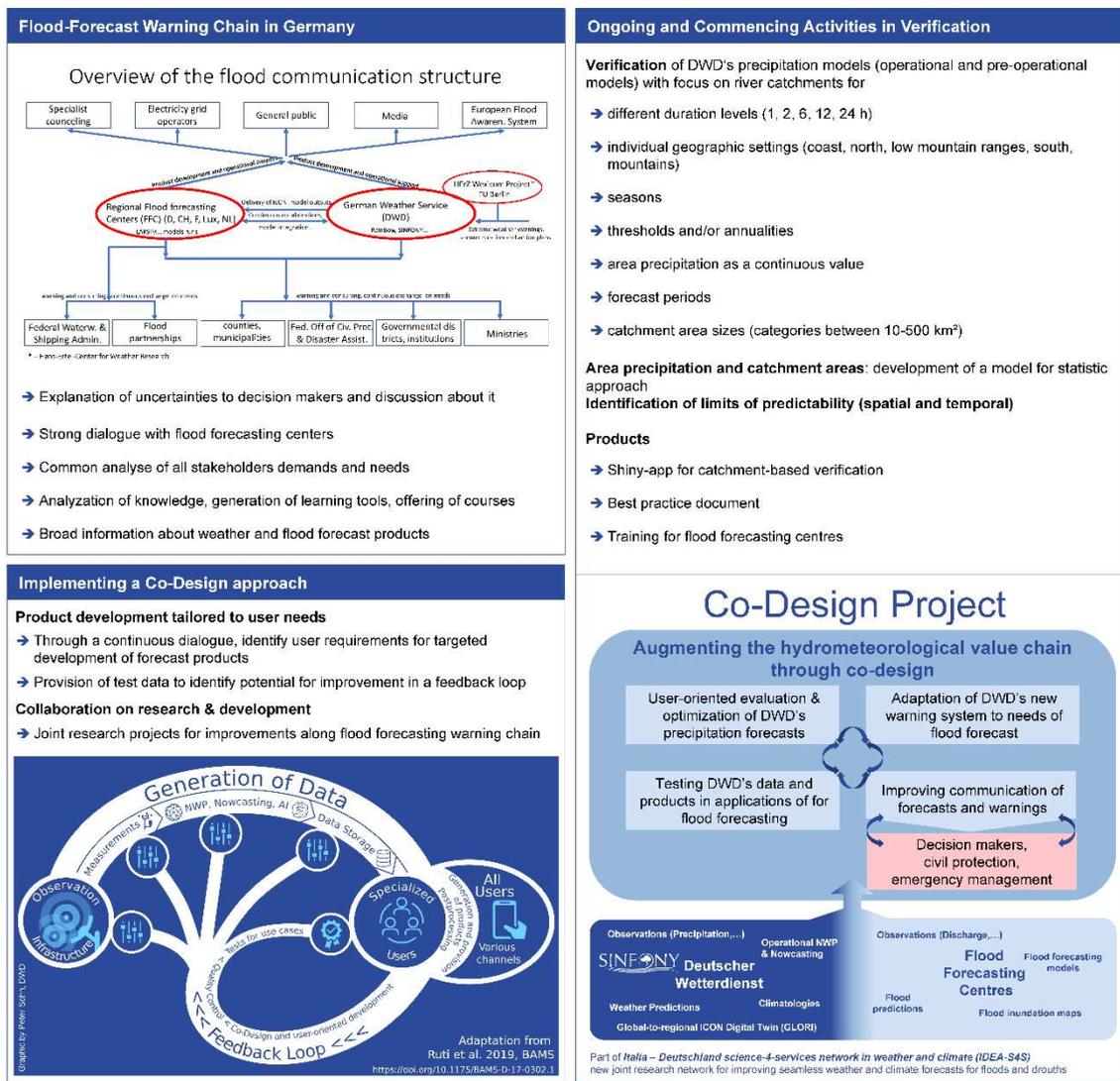
- Barthelemy, J., Blöchl, J., Schäfer, J., Sándossy, A., Kustermann, H., Joch, M., Demuth, N., 2017. An ensemble model for forecasting high water events in the Rhine basin. Hydrology and Water Resources Journal, 14(3), 1-13.
 - Demuth, N., Blöchl, J., Schäfer, J., Joch, M., Haag, I., 2018. Simulation of high water events in the Rhine basin. Hydrology and Water Resources Journal, 15(3), 1-13.
 - Gerlinger, K., Haag, I., 2018. Simulation of high water events in the Rhine basin. Hydrology and Water Resources Journal, 15(3), 1-13.
 - Haag, I., Künim, J., Agner, D., Schürer, A. & V. Weiler, 2022. Simulation von Hochwasserereignissen in Folge lokaler Starkregen mit dem Wasserbilanzmodell LARSIM. Hydrologie & Wasserbewirtschaftung, 66, (1), 6-17, DOI: 10.5875/hwa.2022.1
 - LARSIM. 2023. Simulation von Hochwasserereignissen. <https://www.larsim.info/>
 - Peschke, G., 1985. Zur Filterung und Berechnung von Regenabfluss. Wasserbau- Zeitschrift der TU Dresden, Nr. 34(4), 185-200
 - Steinbrich, A., Leister, H. et V. Weiler, 2010. Model-based quantification of runoff generation processes at high spatial and temporal resolution. Environ. Earth Sci. (2010) 75: 1423.

Fig. 1: Poster « Prévisions ponctuelles et régionales des crues fluviales et des crues soudaines avec le modèle de bilan hydrologique LARSIM »

Co-design between DWD and flood forecasting centers to develop new communication approaches with improved forecast products

Stefan Wolff, Ina Blumenstein-Weingartz, Julia Keller, Andreas Lambert, Vanessa Fundel, Peter Sohn and Claudia Volosciuc

Heavy precipitation associated with severe convective storms may result in small-scale flooding events with high societal impacts. In order to improve the prediction of such events, Deutscher Wetterdienst (DWD) is strengthening its collaboration with Germany's flood forecasting authorities in a co-design approach.



Research and Development, Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Germany
Stefan Wolff, Ina Blumenstein-Weingartz
stefan.wolff@dwd.de irene.blumenstein-weingartz@dwd.de

Fig. 2: Poster présenté lors de l'IDEA S4S Kick-Off Meeting les 20 et 21 novembre 2023 à Bonn