



Politecnico
di Torino

Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNR - Istituto per la BioEconomia



SLAPIS

Système Locale d'Alerte Précoce
pour les Inondations au Sahel

Plateforme d'information SLAPIS v.2.0

Rapport des activités

22.06.2023 - 21.10.2024

Vieri Tarchiani¹, Tiziana De Filippis¹, Antonio Gioia², Leandro Rocchi¹

¹ CNR_IBE

² DIST-Politecnico di Torino



Table des matières

Acronymes	4
Résumé	5
1. Création d'un inventaire des données des stations hydrométriques et météorologiques	6
1.1 Stations hydrométriques	6
1.2 Stations météorologiques	7
2. Mise à jour de la plateforme web SLAPIS	9
2.1 Données structurales de référence	9
2.2 Modèles hydrologiques disponibles	9
2.3 Monographies des stations	10
2.4 Mise à jour de la configuration du server SLAPIS Sahel.....	11
2.5 Application des principes FAIR pour le partage des données	11
3. Mock-up graphique et fonctionnel de la plateforme web.....	12
3.1 Évaluation de la plateforme actuelle :	12
3.2 Dessin des nouveaux composants de la plateforme.....	12
3.3 Orientations pour les prochains développements	12
Figures	14

Liste des figures

Figure 1 : Carte des stations hydrométriques au Niger et Burkina Faso

Figure 2 : Stations météo au Burkina Faso

Figure 3 : Mock-up de l'homepage de la plateforme (en cours de mise à jour)

Figure 4 : Mock-up de l'homepage de la plateforme : Prévission de Pluie activé (en cours de mise à jour)

Figure 5 : Mock-up de de la plateforme : fiche de la situation hydrologique (en cours de mise à jour)

Figure 6 : Mock-up : pop-up avec graphiques du niveau d'eau d'une station (en cours de mise à jour)

Figure 7 : Mock-up de l'espace privé (en cours de mise à jour)

Figure 8 : Mock-up de la dashboard d'une station dans l'espace privé (en cours de mise à jour)

Figure 9 : Brouillon du modèle des monographies des stations (en attente de données pour la mise à jour)

Acronymes

ABN - Autorité de Bassin du Niger

AICS - Agence Italienne pour la Coopération au Développement

ANADIA - Adaptation aux Changements climatiques, prévention des catastrophes et développement agricole pour la sécurité alimentaire

ANAM - Agence Nationale de Météorologie du Burkina Faso

API - Application Programming Interface

BDINA - Base de Données sur les Inondations au Niger ANADIA

CKAN -Comprehensive Knowledge Archive Network

CNR IBE – Consiglio Nazionale delle Ricerche , Istituto per la BioEconomia

DGRE - Direction Générale des Ressources en Eau

DIATI - Département d'Ingénierie de l'Environnement, du Territoire et des Infrastructures du POLITO

DIST - Département Interuniversitaire d'études, plan et politiques pour le Territoire du POLITO

DMN - Direction de la Météorologie Nationale du Niger

FAIR - Findable, Accessible, Interoperable, Reusable

GRIB - GRIdded Binary

MV - Machine Virtuelle

NetCDF - Network Common Data Form

OSM - OpenStreetMap

POLITO - Politecnico di Torino

POG - Plan Opérationnel Général

SIG - Système d'Information Géographique

WMS - Web Map Service

Résumé

Le développement de la nouvelle plateforme web SLAPIS a débuté dans le cadre de l'atteinte des objectifs suivants :

R 2 - Extension du Système Local d'Alerte Précoce pour les Inondations,

R 3 - Renforcement et valorisation de la connaissance scientifique appliquée à l'adaptation des territoires vers les changements climatiques.

Plus précisément, des travaux préliminaires ont été engagés pour atteindre les objectifs spécifiques suivants :

R 2.1, III -caractérisation et modélisation hydrologique des bassins ;

R 2.2, VI -Développement d'un système d'information pour gérer et afficher les données observées et prévues ;

R 3.1 - Renforcement des bases de données nationales, I et II.

Les efforts ont débuté par la collecte et la vérification des bases de données géographiques du ABN, incluant la création d'un shapefile des stations hydrométriques et météorologiques qui contient des informations sur les coordonnées, corrigées et validées, ainsi que d'autres attributs pertinents (R3.1, I). De plus, des modèles pour les monographies de chaque station ont été préparés (R3 II). Cette collecte servira de fondement à l'extension du modèle de données pour le géodatabase de la plateforme web (R2.2 VI), facilitant ainsi la consultation et l'analyse hydrologique des bassins concernés (R2.1 III).

En parallèle, une mise à jour technique de la plateforme SLAPIS a été commencé (R2.2 VI), incluant la migration du serveur et l'amélioration des capacités de partage des données dans un cadre conforme aux principes FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables, Réutilisables) (R3.1 I). Un mock-up a également été développé pour l'extension graphique et fonctionnelle de la plateforme, permettant d'intégrer de nouvelles couches d'information et d'adapter l'interface pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs (R2.2 VI).

Les prochaines étapes incluent l'avancement de l'adaptation de l'interface utilisateur pour répondre aux besoins identifiés, qui seront discutées lors des prochaines formations et ateliers. Par ailleurs, on planifie l'avancement de la mise à jour du front-end et du back-end de la plateforme. Parallèlement, le soutien à l'équipe Hydraulique et à l'extension du géodatabase se poursuivra.

1. Création d'un inventaire des données des stations hydrométriques et météorologiques

Dans la poursuite des objectifs **R 2 - Extension du Système Local d'Alerte Précoce pour les Inondations, et R3.1 - Renforcement des bases de données nationales du Plan Opérationnel Général**, une collecte et un contrôle de qualité des bases de données géographiques nécessaires à l'extension de SLAPIS ont été effectuées. Cela a commencé par la création d'une cartographie des stations hydrométriques et météorologiques au Burkina Faso et au Niger dans les bassins concernés par le projet.

La Sources principales des données est la Base Hydrologique du ABN (Autorité de Bassin du Niger) <http://nigerhycos.abn.ne>

Les coordonnées présentes sur le site de l'ABN ont été transférées dans un environnement SIG (Système d'Information Géographique) y ont été géolocalisées, permettant de créer un shapefile contenant, en plus des coordonnées, autres attributs relatifs aux stations, telles que : le code nationale ABN de la station (où disponible), le sous-bassin, la location (barrage/fleuve/mare).

- Validation des coordonnées (Correction des valeurs aberrants : la longitude de 7 stations présentait un signe positif/négatif erroné)
- Organisation et contrôle du contenu des champs (Type de champ, valeurs nulles ou incohérentes, vérification des doublons).

Le Shapefile créé constitue la base pour :

- étendre le modèle de données de la base de données spatiales (géodatabase) de la plateforme web : les attributs contenus dans le shapefile seront en effet transférés vers le géodatabase pour consultation ;
- définir les nouvelles spécifications techniques pour la mise en œuvre du géodatabase;
- pour assurer des analyses hydrologiques précises sur les bassins du projet, en prenant en compte la localisation correcte dans la structure hydrographique comme point de départ pour les analyses ultérieures.

1.1 Stations hydrométriques

La validation des données géographiques des stations hydrométriques a été réalisée, et parmi ce groupe de stations, il y a les stations dont la transmission des données sera substituée et automatisée grâce au projet (Liptougou, Sebba, Bassieri, Kakassi, Bac Farié).

Stations hydrométriques au Burkina Faso :

Code Nationale ABN	Nom	Sous_bassin	Latitude	Longitude	Location	mis à jour des donnees:
	B.ge de Dakiri	Faga	13,30230556	-0,276888889	Barrage	non
	B.ge de Liptougou	Faga	13,18375	0,325222222	Barrage	non
1201508525	B.ge de Mani	Mani	13,26491667	-0,217611111	Barrage	non
1201509715	B.ge de Seytenga	Dargol	13,96841667	0,304555556	Barrage	non
1201507020	B.ge de Tougouri	Faga	13,31933333	-0,515861111	Barrage	non
1201501702	B.ge de Yalگو	Faga	13,58144444	-0,270055556	Barrage	non

Plateforme d'information SLAPIS v.2.0 Rapport des activités

1201534625	Bassierie	Sirba	12,80521194	0,393253056	Flueve	serà substituée et automatisée.
1201502505	Bossegal	Sirba	12,91666667	0,533333333	Flueve	non
	Dingasso	Dougo	11,7	-4,816666667	Flueve	non
1201504010	Falangountou	Feildegassé	14,36747222	0,183166667	Flueve	non
1201508030	Mani	Mani	13,29330556	-0,175	Flueve	non
1201509101	Mare d'Oursi	Beli	14,67466667	-0,454027778	Mare	non
1201509720	mare de Higa	bagongou	13,6055	0,722666667	Mare	non
1201505010	Sebba	Yali	13,43073056	0,534786111	Flueve	cette station sera automatisée.
1201501803	Korizena	Gorouol	14,36825	-0,030246595	Flueve	oui (correction longitude)
	Mare de Markoye	Beli	14,63952818	0,034736016	Mare	oui (correction longitude)
1201502508	B.ge de sisi Kompienga	Koulouko (?)	12,62116664	-0,077138862	Barrage	oui (correction longitude)
1201502502	B.ge de Bilanga	Sirba	12,54027612	-0,010608557	Barrage	oui (correction longitude)
1201509003	Tin-Akoff	Beli	14,97016831	-0,165668366	Flueve	oui (correction longitude)
1201504006	Yakouta	Goudebo	14,08333498	-0,133329935	Flueve	oui (correction longitude)
1201501710	Liptougou	Faga	13,18309584	0,325823243	Flueve	oui (correction longitude) - cette station sera automatisée.

Stations hydrométriques au Niger :

Code Nationale ABN	Nom	Sous_bassin	Latitude-N	Longitude-	Notes:
1321502403	Garbey Kourou	Sirba	13,732182	1,597457	Deja en SLAPIS
	Bossey Bangou	Sirba	13,353845	1,287464	Deja en SLAPIS
1321500127	Niamey	Niger	13,51666667	2,086111111	Deja en SLAPIS
1321500117	Kandadji	Niger	14,61027778	0,990555556	
1321501203	Kakassi	Dargol	13,85	1,466666667	cette station sera automatisée.
1321500113	Bac Farié	Niger	13,7875	1,648611111	cette station sera automatisée.
	Karma	Niger	13,68333333	1,816666667	

1.2 Stations météorologiques

La reconnaissance des stations météorologiques a été particulièrement importante, car les séries historiques de données de précipitation de ces stations ont été utilisées pour la **caractérisation et modélisation hydrologique des bassins (R2.1 III)** et pour l'amélioration de la modélisation hydrologique.

Stations météorologiques au Burkina Faso :

Nom	Latitude	Longitude	Elevation	Parametres mesurés	Fréquence	Methode d'observation
-----	----------	-----------	-----------	--------------------	-----------	-----------------------

Projet SLAPIS-Système Local d'Alerte Précoce Inondation au Sahel

Plateforme d'information SLAPIS v.2.0 Rapport des activités

Aribinda	14,22715367	-0,8678991	370	Précipitation	Journalière	Manuelle
Bani	13,71752946	-0,1691669	310	Précipitation	Journalière	Manuelle
Barsalogho	13,41710961	-1,0576862	330	Précipitation	Journalière	Manuelle
Bogande	12,9790455	-0,1607139	250	Précipitation, Température horaire, Température mini et maxi sous-abris, Evaporation piche et BAC, Tension de vapeur, Humidité relative, Température du point de rosée, Insolation, Temperature mini et maxi au sol, Temperature dans le sol (10, 20, 50, 100 cm), Pressions atmosphérique, Temps présent et passé, Nébilosité et type de nuage, Durée précipitation, vent à 10m.	Trihoraire	Manuelle
Boulsa	12,663798	-0,568152	313	Précipitation, Température mini et maxi sous-abris, Evaporation sous-Abris, termographe, hygrographe, Thermomètre sec, Thermomètre mouillé, Evaporation bac classe A, durée d'insolation, Temperature mini et maxi au sol, Temperature dans le sol	Journalière	Manuelle
Bouroum	13,61026861	-0,6487794	294	Précipitation	Journalière	Manuelle
Dakiri	13,2918224	-0,2550888	280	Précipitation	Journalière	Manuelle
Gayeri	12,65183279	0,4885482	279	Précipitation	Journalière	Manuelle
Kossougoudou	12,93667283	-0,2286636	295	Précipitation	Journalière	Manuelle
Piela	12,70381976	-0,1321122	290	Précipitation	Journalière	Manuelle
Sebba	13,44341996	0,5250585	212	Précipitation	Journalière	Manuelle
Bogande	12,97806	-0,140138	250	Precipitation, Temperature de l'air, Humidite Relative, Vent horizonatel et vertical(10m), radiation, Pression atmospherique,	15 mn	Automatique
Kogho	12,65421	-0,67288	314	Precipitation, Temperature, Humidite Relative	1 H	Automatique
Salogo	12,44741	-0,61976	308	Precipitation, Temperature, Humidite Relative	1 H	Automatique
Zeguedeguen	12,966743	-0,452252	283	Precipitation, Temperature, Humidite Relative	1 H	Automatique

2. Mise à jour de la plateforme web SLAPIS

Des activités préliminaires ont été réalisées dans le cadre de la mise à jour de la plateforme web SLAPIS, liées à l'**objectif R2 - Extension du Système Local d'Alerte Précoce** du Plan Opérationnel Général pour les Inondations. D'un point de vue technique, il a été procédé à la :

2.1 Données structurales de référence

- La recherche et évaluation des données structurales de référence (cartographie de base et les données hydrographiques de base) pour la visualisation sur la carte interactive de la plateforme, avec la sélection de :
 - OSM (<https://www.openstreetmap.org/>) pour la visualisation de la cartographie de base générale, confirmée comme une ressource open source fiable.
 - Le catalogue de données hydrographiques Hydrosheds a été sélectionné pour la visualisation du réseau hydrographique et des bassins. (<https://www.hydrosheds.org/products/>).
- La production de cartes de cadrage général et de visualisation des données disponibles (location des stations hydrométriques, réseau hydrographique des nouveaux cours d'eau inclus dans la plateforme et limites de leurs bassins) pour tester les possibles fonds de carte et couches de la nouvelle carte interactive.
- La création et organisation des données dans un dépôt en ligne partagé pour le groupe de travail CNR-IBE et le Politecnico di Torino, DMN et DRE (Niger), ANAM et DGRE (Burkina Faso).

2.2 Modèles hydrologiques disponibles

- La vérification et l'évaluation préliminaire de leur service de transmission des données en temps réel et leur compatibilité avec SLAPIS, en particulier :

Version	Coverage	Quality	Price	Data Access	Sources
GLOFAS 4.0	Global: Medium-range flood forecasts (GloFAS) GloFAS Global Flood Monitoring (GFM)	real-time daily discharge forecasts for 30 days (GloFAS). A set of deterministic flood thresholds corresponding to the 2-, 5- and 20-year return period discharge levels (GloFAS discharge thresholds).	Free	API, GRIB, WMS	https://global-flood.emergency.copernicus.eu/technical-information/glofas-gfm/ https://global-flood.emergency.copernicus.eu/technical-information/glofas-30day/

Plateforme d'information SLAPIS v.2.0 Rapport des activités

World-Wide HYPE 1.3.3	Global: 1-10 Day Forecast World-wide (Streamflow, Return Period)	Variable River discharge (m3/s) Temporal and spatial resolution Daily mean per catchment Thresholds per catchment >2-year return period, >5-year return period, >30-year return period Data period 1-10 days ahead Forcing meteo data HydroGFD 2.02 and ECMWF Deterministic Daily Forecast Daily delivery: 4	Ask Us	NetCDF, API	https://hypeweb.smhi.se/water-services/data-delivery-services/standard-1-10-day-wwh/#order https://hypeweb.smhi.se/explore-water/forecasts/short-medium-range-forecast-world-wide/ https://hypeweb.smhi.se/model-water/access-to-worldwide-hype/
NIGER HYPE 2.30 2021	Niger Basin	- peak discharge (20% overestimation on average). - reasonable short-range forecasting skill (on average 17% deviation). The model is used to quantify peak flow statistics and uncertainties across the Niger River basin.	Unclear	Unclear	https://hypeweb.smhi.se/wp-content/uploads/sites/11/2019/04/model_nigerhype_2_0.pdf Used in : https://fanfar.eu/ivp/ https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706516300717
DEWETRA 2022	Global	Meteorological Data (GSmap + GFS) Hydrological Model (GLOFAS +GFMS) fully integrated system for the analysis and projection of hazard-related events in multiple space and time scales, while also providing calculated impact-oriented scenarios.	ask us	ask us	https://www.infomydewetra.world/technical-information/
TOPKAPI 2015	Global	TOPKAPI (TOPographic Kinematic APproximation and Integration) model is a fully-distributed physically-based hydrological model that can provide high resolution information on the hydrological state of a catchment. Fields of application include: Catchment hydrology , Flood forecasting.	ask us	ask us	https://drive.google.com/file/d/1nMqot2wemKj96miUNU8-jHCHBUrFPiB/view http://www.progea.net/prodotti.php?p=TOPKAPI&lin=inglese https://drive.google.com/file/d/1oVgpCOXqDZ09pAAOjrMaDevB9HOGSeU8/view

La sélection définitive des modèles hydrologiques est encore en cours, ainsi que leur accessibilité et leur opérabilité sur le bassin du Niger ou les zones incluses dans le projet est vérifiée.

2.3 Monographies des stations

Conformément à l'objectif R3.1, II (Définition des monographies pour les stations du réseau hydrométrique), et pour la production de monographies pour chaque station avec toutes les informations utiles, des modèles ont été créés dans l'environnement d'impression QGIS, en attendant la disponibilité

effective des données. Dans ce modèle, l'automatisation de la complétion des champs de la monographie a été mise en place, avec des valeurs automatiquement extraites des attributs du shapefile des stations (lorsqu'elles sont disponibles). cf. fig. 9.

2.4 Mise à jour de la configuration du server SLAPIS Sahel

Pour des raisons de sécurité et pour améliorer les performances du système SLAPIS, une mise à jour des composants informatiques du système a été réalisée à travers les activités suivantes :

- Migration de l'ancien server physiques du catalogue de données SLAPIS (<http://sdcatalog.fi.ibimet.cnr.it/>) vers nouveau server virtuelle (<https://catalog.ibe.cnr.it/>) avec l'installation de la nouvelle version CKAN 2.11. Une étape très importante pour améliorer la performance et la sécurité du système avec un backup de la MV (Machine Virtuelle) tous les jours.
- Transfer de toutes les données dans le nouveau server et restauration des fonctions d'aperçu et téléchargement des données avec accès ouvert.
- Application du protocole HTTPS sur le webservice de SLAPIS et mise à jour de l'URL dans l'application CKAN. Les méthodes d'accès ont été restaurées pour les utilisateurs du projet et la nouvelle configuration été prêt pour développements futurs personnalisés.

2.5 Application des principes FAIR pour le partage des données

Pour soutenir le développement d'une plateforme conforme aux principes FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables, Réutilisables), il a été mis à jour la plateforme de partage de données CKAN, un catalogue en libre accès contenant les données collectées par le projet, et déjà développées pour le projet SLAPIS Niger. La découvrabilité des données du Projet est assuré ainsi à travers le catalogue de métadonnées et la registration du server dans le registre re3data.org (Registry of Research Data Repositories) <http://doi.org/10.17616/R31N3L>.

Les autres principes Accessibles, Interopérables, Réutilisables déjà appliquées pour les données du Niger seront discutées dans le nouveaux contexte des partages des information transfrontalières avec particulier attention à l'adoption d'une politique de données (data policy) commune.

3. Mock-up graphique et fonctionnel de la plateforme web

Pour atteindre l'objectif R2.2., VI, **Développement d'un système d'information pour gérer et afficher les données observées et prévues**, et l'extension au Burkina Faso de la plateforme SLAPIS développée pour le Niger, plusieurs actions préliminaires ont été menées en vue de l'élargissement de la plateforme du point de vue graphique et fonctionnel, en particulier :

3.1 Évaluation de la plateforme actuelle :

- Annotation des couches non fonctionnels dans la carte interactive y les liens non valides dans l'accès aux données de l'espace privée.
- Analyse de la structure du dashboard (tableau de bord) et de l'accès aux données et de l'interaction avec l'utilisateur (User Interaction) de l'espace privé.
- Diagnostic de l'état de l'art des services web de téléchargement des prévisions hydrologiques et impact sur les services de vigilance de la plateforme web SLAPIS 1.0. Due au changement de la version du modèle GLOFAS ainsi que les API pour le téléchargement des prévisions, les procédures automatiques de services de vigilance ont besoin de la mise à jour pour les applications de SLAPIS Sahel. Les services web pour le téléchargement des prévisions et le remplissage du géodatabase du système ainsi que l'application des coefficients de correction seront mise en place une fois que les résultats des études hydrologiques seront mise à disposition par PoliTo. Concernant le modèle NigerHype, les services sont désactivés car la connexion à l'URL n'est plus active.

3.2 Dessin des nouveaux composants de la plateforme

La construction d'un mock-up est destinée à analyser les besoins des destinataires et à faciliter la démarche de co-design et le co-développement de la plateforme, afin d'obtenir des retours et de définir des spécifications pour le développement informatique. Pour le mock-up, est été préparé :

- Page d'accueil, accès à la carte interactive et aux pop-ups avec les données publiques des stations hydrométriques.
- Identification de nouvelles informations visualisables (par exemple, les prévisions météo en format raster seront intégrées dans le système SLAPIS comme couches d'information).
- Extension potentielle du tableau de bord pour la consultation des données enregistrées et des prévisions hydrologiques (espace privé), avec une nouvelle mise en page graphique.

3.3 Orientations pour les prochains développements

Les différentes options de mise à jour pour les thèmes susmentionnés seront présentées lors de la formation du 15 novembre 2024 à Turin pour recueillir les retours des bénéficiaires. Le processus doit être considéré comme itératif : à l'émergence de nouveaux besoins, le mock-up sera mis à jour.

Toutefois, les points convenus lors d'une première réunion avec les services hydro-météorologiques nationaux des pays participants (formations du 4 juin au Politecnico de Turin) restent valables, y la plateforme et le Base de données est en train de mise à jour selon ce que dans le les participants ont convenu notamment :

- La production de la carte définitive avec les nouvelles couches des niveaux de vigilance et des zones inondables sera réalisée lorsque les tronçons de rivière pour la modélisation seront définis ;
- Il n'y a pas de problème pour centraliser les données dans la base de données SLAPIS pour une utilisation interne au projet ;
- Pour l'accès des autres parties, les règles, licences et autorisations pour chaque ensemble de données doivent être définies afin d'assurer leur partage ouvert (open access - open data) ;

Figures

Figure 1 : Carte des stations hydrométriques au Niger et Burkina Faso

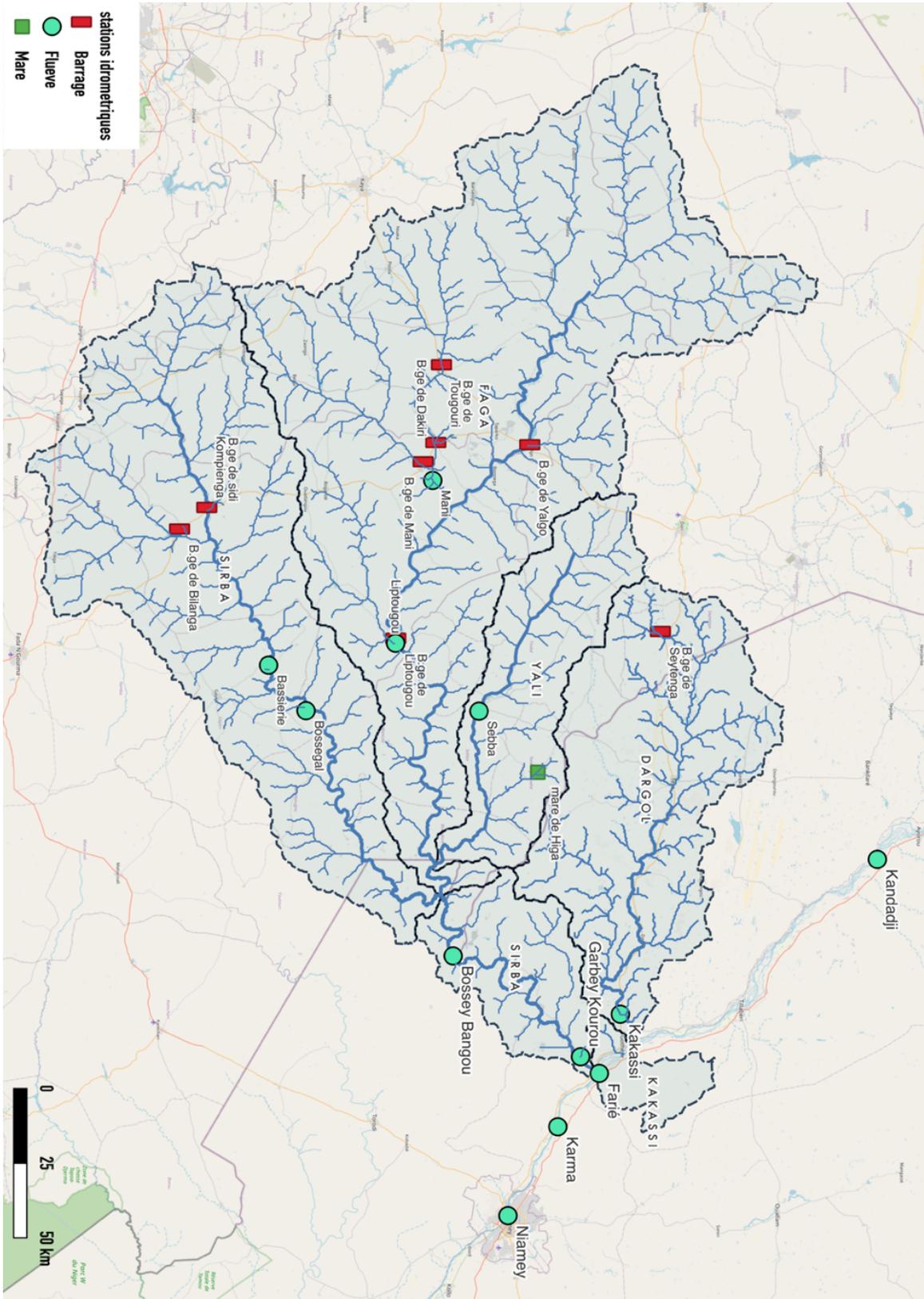


Figure 2 : stations météo au Burkina Faso

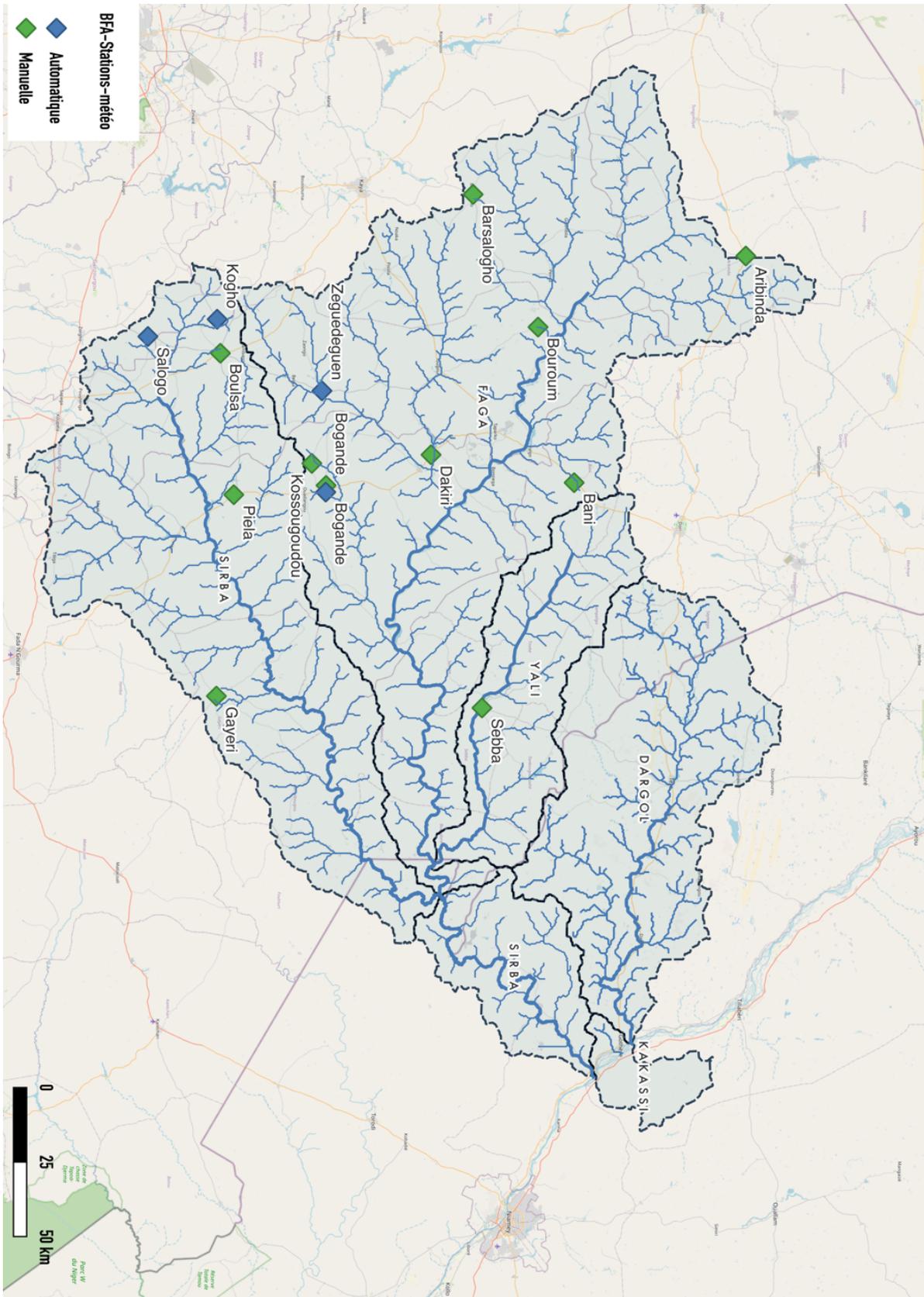


Figure 3 : mock-up de l'homepage de la plateforme (en cours de mise à jour)

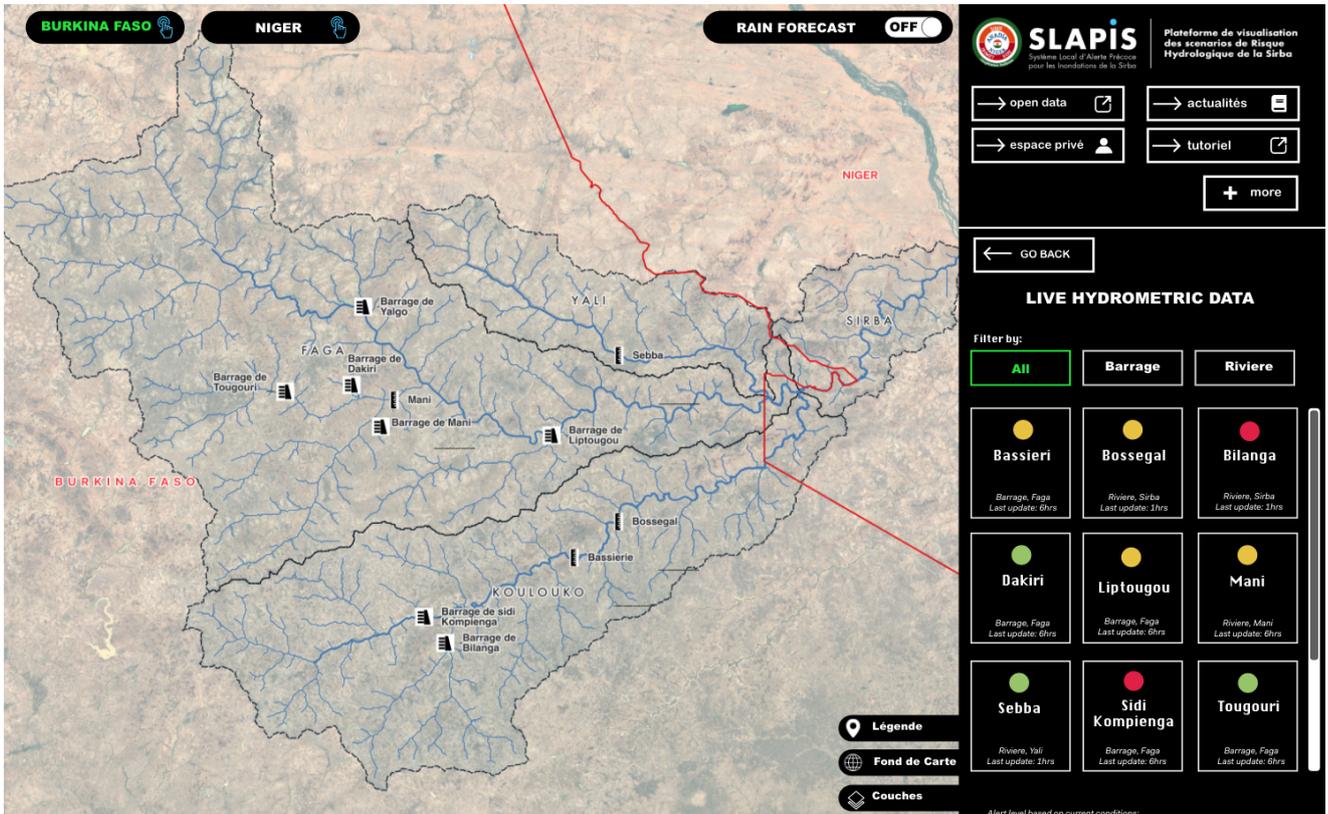


Figure 4 : mock-up de l'homepage de la plateforme : prévision de pluie (en cours de mise à jour)

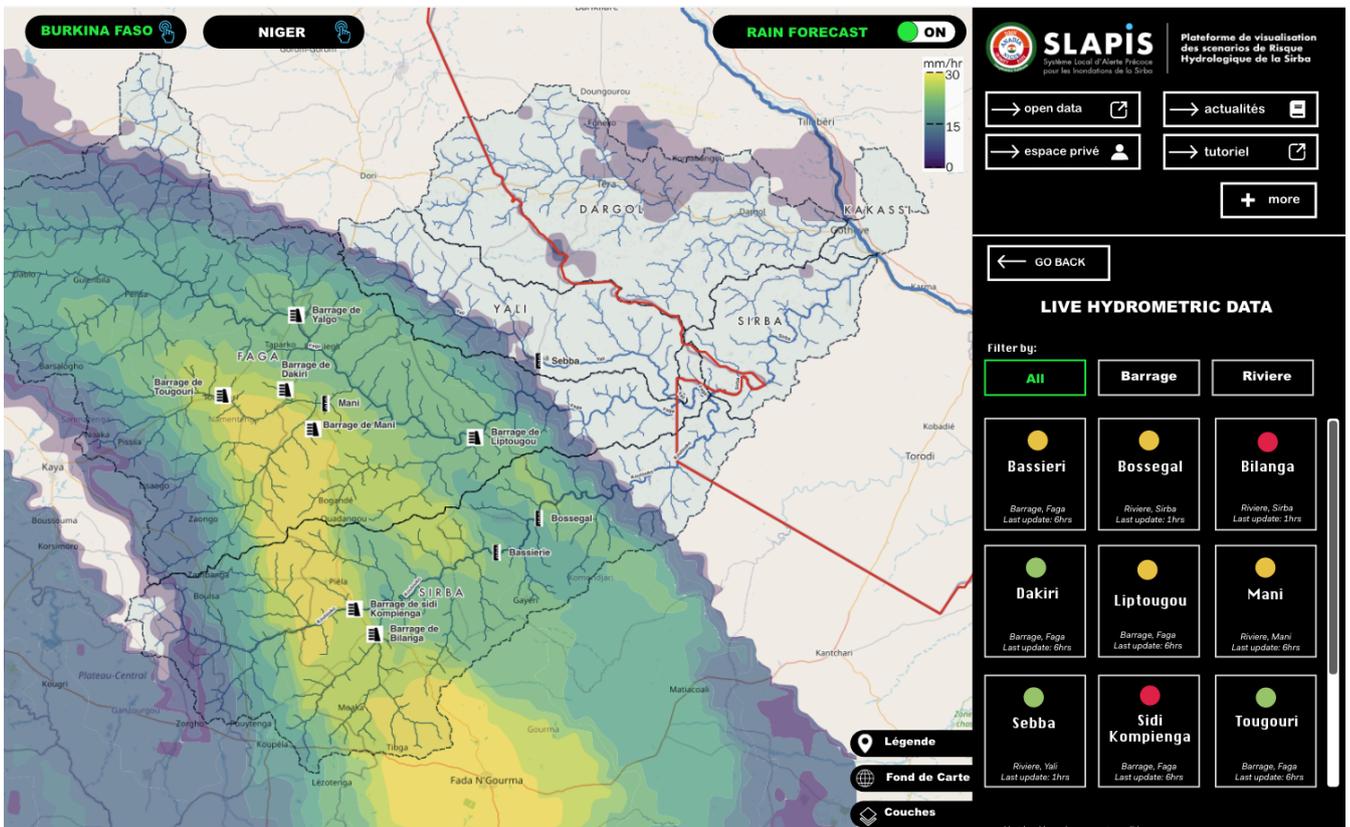


Figure 5 : mock-up de de la plateforme : fiche de la situation hydrologique (en cours de mise à jour)

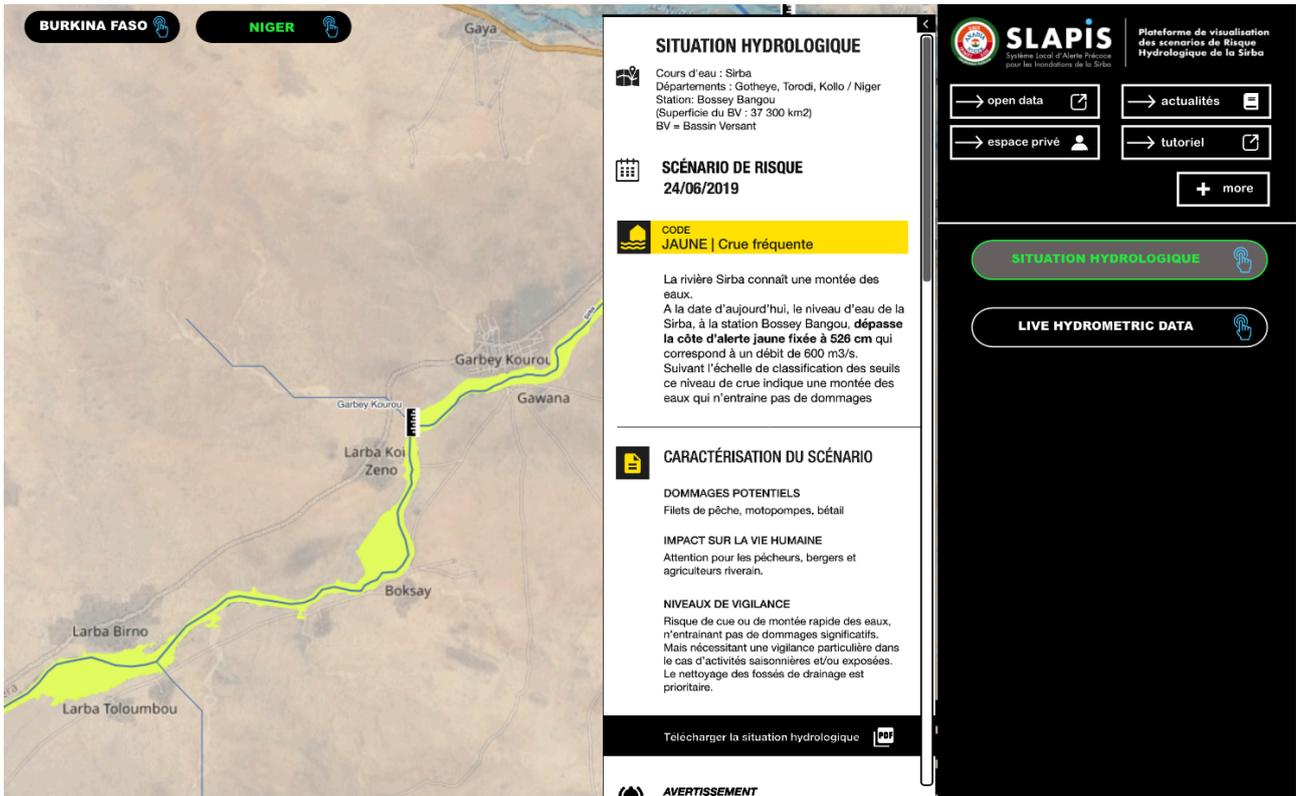


Figure 6 : mock-up : pop-up avec graphiques du niveau d'eau d'une station (en cours de mise à jour)

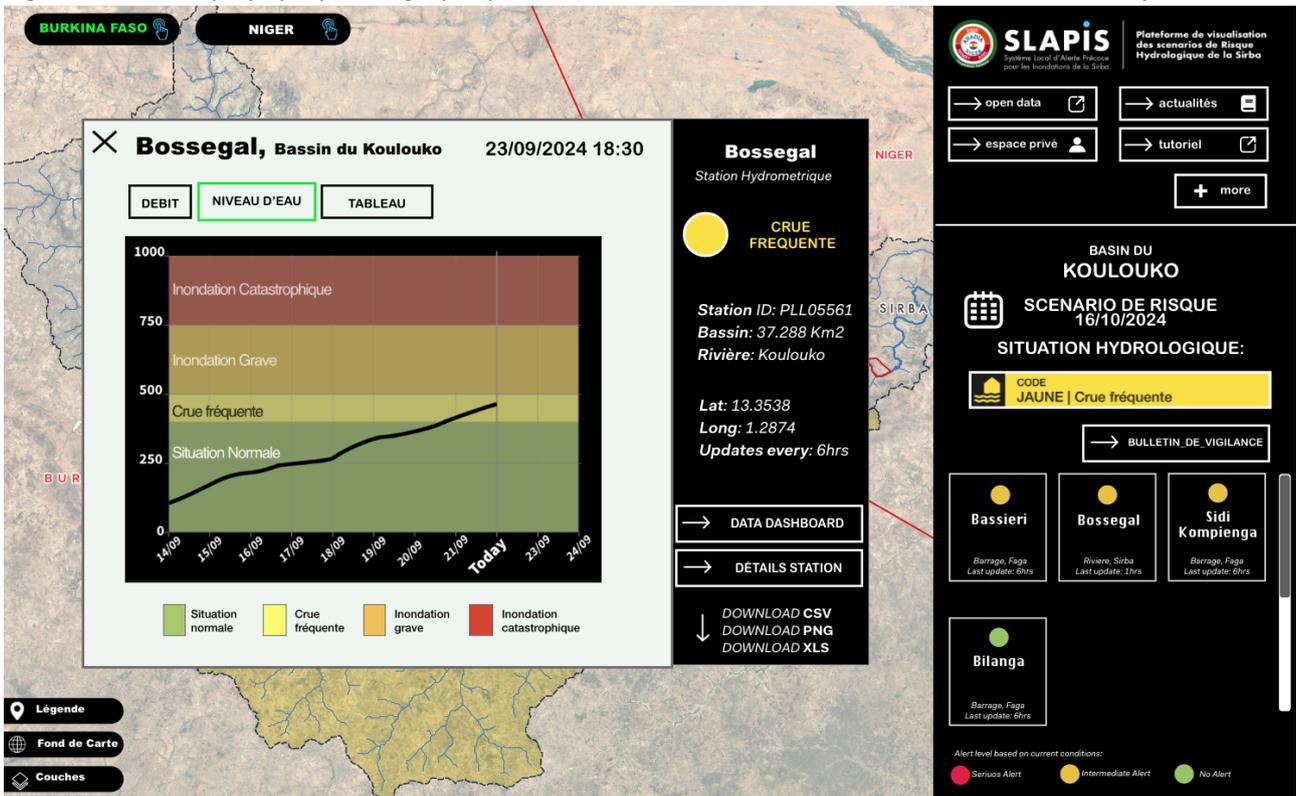


Figure 7 : mock-up de l'espace privé (en cours de mise à jour)

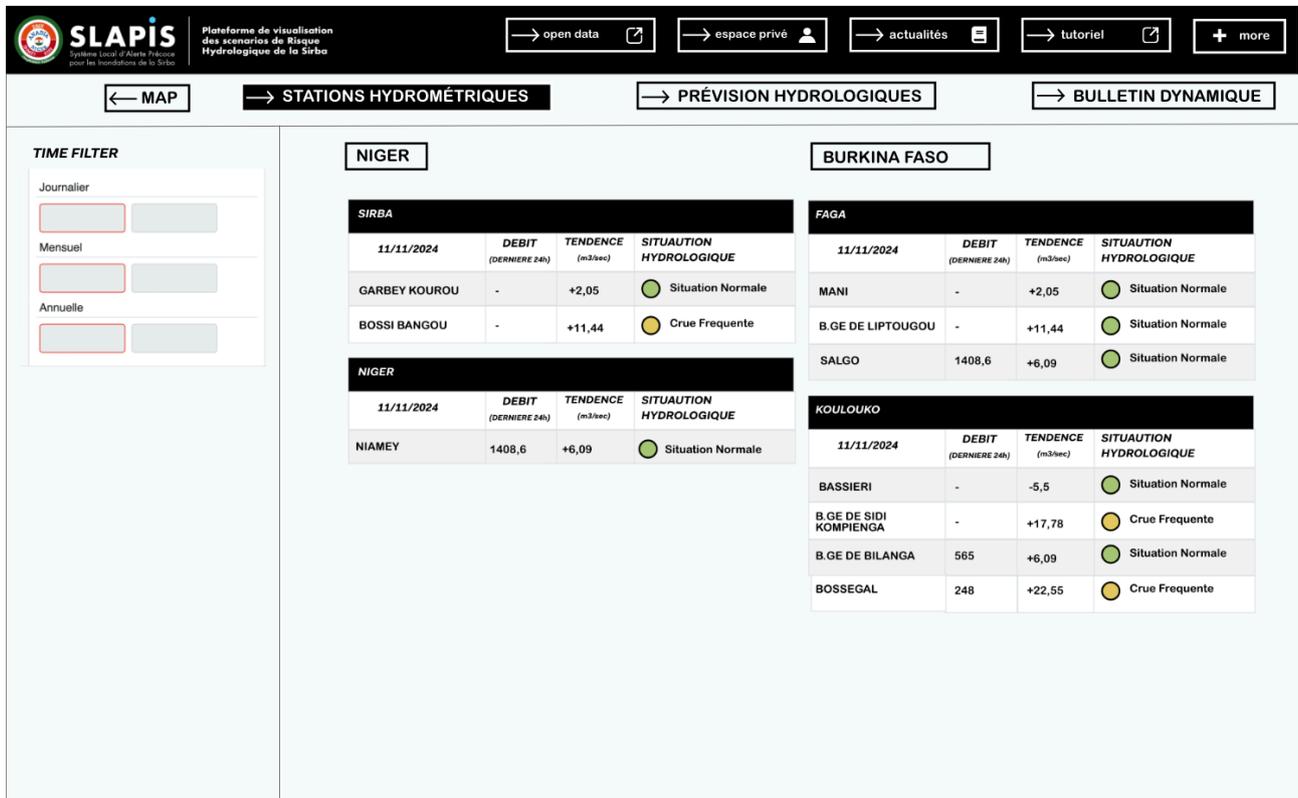


Figure 8 : mock-up de la dashboard d'une station dans l'espace privé (en cours de mise à jour)

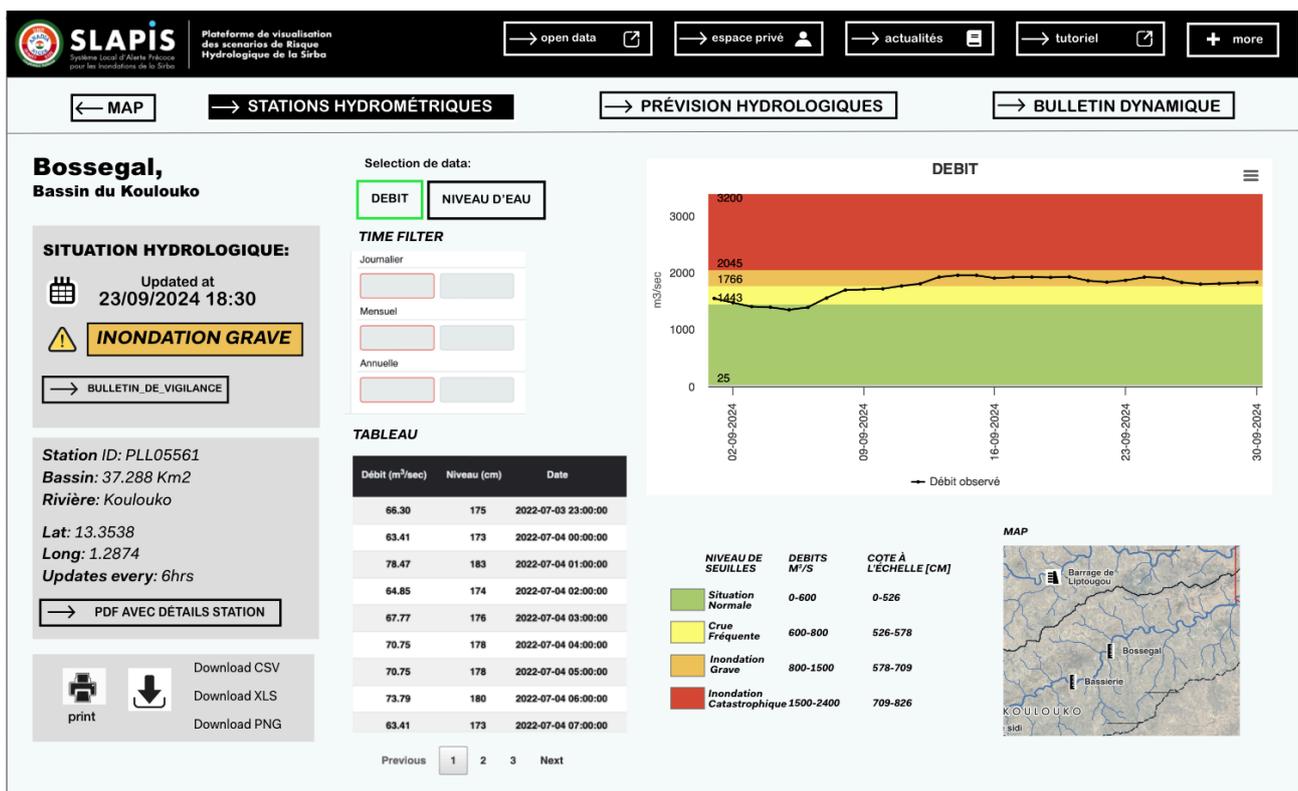


Figure 9 : Brouillon du modèle des monographies des stations (en attente de données pour la mise à jour)

		Rive :		Installé par le		dans le mois de			
		Echelles		Responsable					
Station		Installation		Observateur					
B.ge de Liptougou		Cours d'eau		Transmission					
Village		Sous-Bassin		Appareil		Modèle			
Commune		Bassin		Coordonnées (WGS84)		Barème d'étalonnage			
Département		Bassin versant		Géographiques		Equation			
Région		Code ABN		Lat					
Pays		Code Appareil		Long					
Distance hydromètre-embochure Sirba-Niger: 108 km				Zéro hydrométrique des échelles				ètres sur le niveau de la mer	
Carte d'encadrement				Photographies					
									