



# **PROJET MALICROP : DIAGNOSTIC DES SYSTEMES D'INFORMATION DE MALI-METEO ET PROPOSITION D'UNE SOLUTION DE MISE A DISPOSITION DE DONNEES AGROMETEOROLOGIQUES**

Date: 31/12/2021

Référence : CTCN 2021000003

Version : 1.1

## TABLES DES MATIERES

<b>1</b>	<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTE DU PROJET .....</b>	<b>5</b>
2.1	Introduction.....	5
2.2	Recommandations de l'OMM .....	5
2.3	Précédente étude .....	6
2.4	Généralités sur les systèmes d'information.....	7
2.4.1	Définitions .....	7
2.4.2	Facteurs clés de succès des SI .....	8
2.5	Principe méthodologique du diagnostic .....	8
2.5.1	Méthodes de recueil .....	8
2.5.2	Les personnels interviewés .....	9
2.5.3	Méthode d'analyse .....	10
<b>3</b>	<b>RESULTAT DU DIAGNOSTIC DES SYSTEMES D'INFORMATION.....</b>	<b>10</b>
3.1	Synthèse du diagnostic des systèmes d'information.....	10
3.2	Diagnostic par thème .....	10
3.3	Cartographie du SI MALI-METEO.....	13
<b>4</b>	<b>SOLUTIONS DISPONIBLES ET COUTS ASSOCIES.....</b>	<b>14</b>
4.1	Le Cloud .....	14
4.2	Solutions On-Premise .....	15
4.2.1	Description .....	15
4.2.2	Exemple et coûts.....	15
4.3	Solutions Hybride .....	17
4.3.1	Description .....	17
4.3.2	Exemple et coûts.....	17
4.3.2.1	Exemple d'Ignitia au Burkina Faso.....	18
4.3.2.2	Exemple de WeatherForce .....	18
4.4	Solutions Full Cloud .....	20
4.4.1	Description .....	20
4.4.2	Exemples et coûts .....	20
4.4.2.1	Exemple Jokalante au Sénégal.....	20
4.4.2.2	Exemple WeatherForce en CIV.....	21
4.5	Présentation de la plateforme Weatherforce.....	22

<b>5</b>	<b>SOLUTION PROPOSEE .....</b>	<b>24</b>
5.1	Analyse des solutions proposées .....	24
5.2	Synthèse .....	27
5.2.1	Scénario « On-Premise » .....	27
5.2.2	Scénario « Hybride » .....	27
5.2.3	Scénario « Full Cloud » .....	27
<b>6</b>	<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>DETAIL DES INTERVIEWS/QUESTIONNAIRES.....</b>	<b>29</b>

#### **TABLE DES ILLUSTRATIONS**

Figure 1 :	Radar résultat Audit SI mali-Météo .....	10
Figure 2 :	Cartographie du SI MALI-METEO .....	13
Figure 3 :	Modèles de services .....	14
Figure 4 :	Cartographie du SI MALI-METEO– scénario « On Premise » .....	15
Figure 5 :	Cartographie du SI MALI-METEO– scénario « Hybride » .....	17
Figure 6 :	Cartographie du SI MALI-METEO – scénario « Full Cloud » .....	20
Figure 7 -	Prix de la solution Jokalante .....	21
Figure 8 :	Architecture de la plateforme WeatherForce .....	23
Figure 9 :	Analyse des scenarii par solution.....	24

## 1 GLOSSAIRE

BM:	Banque Mondiale
CMMI :	Capability Maturity Model Integrated
DSI :	Direction des Systèmes d'Information
ECMWF :	European Center for Medium Range Weather Forecast (Centre européen de prévision)
ITSM :	IT Services Management (Gestion des services Informatiques)
MCO :	Maintien en Conditions Opérationnelles
OMM :	Organisation Météorologique Mondiale
SI :	System d'Information
SIO :	Système d'information de l'OMM
PaaS :	Platform as a Service
SaaS :	Software as a Service
WF :	WeatherForce

## 2 CONTEXTE DU PROJET

### 2.1 Introduction

Ce document présente le diagnostic des Systèmes d'Information climatologiques et météorologiques existants au sein de MALI-METEO dans le cadre d'une assistance technique permettant la définition, la sélection, le développement et le déploiement dans une commune pilote d'un Système d'Information agrométéorologique pour la prise de décision dans le secteur agricole au Mali. C'est le projet MaliCrop.

L'objectif global de cette assistance technique est de promouvoir une utilisation plus large des services agrométéorologiques par l'amélioration de la disponibilité des données, des prévisions climatiques, de l'alerte précoce, de la planification de l'adaptation et de la prise de décision dans le secteur agricole.

Ce diagnostic est constitué de deux phases :

- Une phase d'analyse des services et des technologies existantes en termes de systèmes d'information agrométéorologiques,
- Une comparaison, sous la base d'une matrice les fonctionnalités de chacune de ces technologies avec le cahier des charges (liste des besoins priorités) établi précédemment.

Cette analyse sera menée avec pour mission de combler les lacunes en matière de diffusion des prévisions météorologiques ; améliorer la convivialité de l'information par les communautés locales et adapter la diffusion de l'information au niveau des municipalités.

L'objet de ce document est de présenter les résultats de l'analyse du Système d'Information de l'Agence Nationale de la Météorologie du Mali située à Bamako et les recommandations proposées.

### 2.2 Recommandations de l'OMM

Nous rappelons ici les recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) en termes de Système d'information (SI). En effet, le Manuel du Système d'information de l'OMM (OMM-N° 1060 – [1]) vise à garantir une uniformisation et une normalisation adéquates des pratiques, procédures et spécifications en matière de données, d'information et de communication, que les membres de l'OMM appliquent pour assurer le bon fonctionnement du SI de l'OMM (SIO) et appuyer ainsi la mission de l'Organisation.

*D'après les recommandations de l'OMM, le rôle d'un centre national de météorologie est de :*

- Diffuser des données, des produits et des métadonnées ;
- Recueillir l'information liée au programme ;
- Prêter son concours à la production de l'information liée au programme ;
- Décrire l'information à l'aide de métadonnées ;
- Assurer le contrôle permanent du fonctionnement du système.

Ces rôles sont soutenus par le SI du centre national de météorologie qui doit répondre aux exigences suivantes :

- Sécurité des données, gestion des droits utilisateurs (et définition des rôles) et authentification des utilisateurs ;
- Capacité de téléchargement, sauvegarde, tenue à jour de l'information, centralisation de données, synthèse information gestion des méta données ;
- Qualité de services.

## 2.3 Précédente étude

Entre septembre 2013 et novembre 2015, une étude de faisabilité a été réalisée auprès de MALI-METEO, dans le but de développer des capacités des services hydrométéorologiques et d'alerte privés à l'échelle des communautés. Celle-ci a été faite par la Banque Mondiale suite à la demande du Fond Vert pour le Climat et avec accord du gouvernement malien.

([2] Africa Hydromet Program – Strengthening Climate Resilience in Sub-Saharan Africa: Phase I - Mali Country Project – Feasibility Study by Serge A. Pieyns).

Les obstacles observés lors de cette étude au sein de MALI-METEO sont :

- Déficit en personnel qualifié et absence d'une politique du personnel et de formation continue ;
- Faiblesse des capacités institutionnelles et notamment des partenariats entre producteur potentiel de services comme Mali Météo et les utilisateurs institutionnels comme le Ministère de l'Agriculture mais aussi la Protection Civile et la sécurité alimentaire en général ;
- Mauvais état global des infrastructures principales d'observation ;
- Systèmes de communication non fiables et lents, en particulier pour atteindre les régions à faible densité démographique ;
- Capacités de stockage et de gestion des données limitées ;
- Faible capacité en termes de prévision météorologique et hydrologique ;

Parmi les obstacles majeurs sur le traitement des données, on peut citer :

- La faible quantité de données et d'informations aisément disponibles ;
- Les délais de mise à disposition ;
- Le contenu de l'information ;

- L'adaptation de l'information aux besoins réels, au contexte local et à l'entendement des bénéficiaires ;

Le projet HYDROMET financé par la Banque Mondiale et le Fond Verts Climat prévoit le renforcement des capacités techniques : Cela permettrait notamment de s'assurer que l'investissement du projet donne le meilleur rendement possible en termes de :

- Nouveaux équipements de terrain : Installation – Opération – Entretien – Contrôle
- Infrastructure TIC : Technologie Web – Exploitation – maintenance des bases de données – Contrôle qualité
- Préparation et livraison des services agrométéorologiques : bulletins réguliers – avertissements, etc.

Ce projet en préparation depuis 2015 a obtenu l'accord de financement en 2019 et à ce jour peu d'investissements ont été réalisés.

Le diagnostic des systèmes d'information climatiques et météorologiques réalisé n'est pas une évaluation du niveau de l'application de ces recommandations mais un diagnostic indépendant ayant pour but de répondre aux besoins du projet MaliCrop. Toutefois, il sera intéressant de réviser ce document au regard de l'applicabilité de certaines de ses recommandations par MALI-METEO au cours du projet.

## 2.4 Généralités sur les systèmes d'information

Ce paragraphe introduit quelques généralités sur les SI et sur la méthode utilisée pour réaliser le diagnostic des systèmes d'informations climatiques et météorologiques.

### 2.4.1 Définitions

- Le système informatique, appelé aussi système d'information, (noté SI) représente l'ensemble des logiciels et matériels participant au stockage, à la gestion, au traitement, au transport et à la diffusion de l'information au sein de l'organisation.
- La fonction informatique a pour but de fournir au système informatique l'organisation nécessaire à son bon fonctionnement. Elle comprend donc, outre le système informatique, les personnes, processus, ressources financières et informationnelles qui y contribuent.

Le système informatique ne doit pas être conçu comme une fin en soi : il est l'un des outils qui permet à l'organisation d'atteindre ses objectifs. Il ne se justifie que tant qu'il soutient des processus « métier », sans lesquels il n'a aucun sens. Il doit donc être aligné avec les objectifs stratégiques de l'organisation. Cet alignement stratégique est fondamental : désormais, un système informatique est un facteur déterminant de la performance (efficacité, efficience, maîtrise des risques) d'une organisation. Inversement, un système informatique inadapté ou mal maîtrisé peut être une source de difficultés supplémentaires.

## 2.4.2 Facteurs clés de succès des SI

Les principaux facteurs clefs d'un SI performant sont les suivants :

- **Une forte implication de la direction dans la gestion du SI** : réalisation d'un schéma directeur informatique (SDI), qui définit la stratégie informatique pluriannuelle, dont la validation par la direction entérine l'adéquation entre la stratégie informatique et la stratégie de l'entité associés à des comités de pilotage informatiques réguliers (suivi des incidents, suivi des projets, suivi des budgets, etc.), au sein desquels la direction doit être représentée à bon niveau.
- **Un SI technique performant, partitionné, résilient et intégré** :
  - Un SI est dit performant s'il possède la puissance pour rendre les services nécessaires ;
  - Un SI est dit intégré quand toutes les applications communiquent entre elles de façon automatique à l'aide d'interfaces. Ainsi, les informations ne sont saisies qu'une seule fois dans les systèmes limitant les erreurs et fraude ;
  - Un SI est dit partitionné si on sépare sur des réseaux différents des applications critiques ou exposées à l'extérieur ;
  - Un SI est dit résilient s'il possède les mécanismes de sauvegarde, redondance nécessaire à son retour à l'état initial en cas de pannes, attaques, ....
- **Une bonne gestion des projets de développements informatiques** associée à une démarche qualité idéalement basée sur un référentiel ( CMMI, ITIL4, ... ) ;
- **Une gestion des ressources humaines adaptée** : Elle doit permettre d'anticiper sur les futurs besoins de la DSI, développer les compétences internes et manager les "talents" ;
- **Une politique de Sécurité**, qui doit être validée et soutenue par la direction de l'organisation : la politique de sécurité des systèmes d'information (PSSI) constitue le principal document de référence en matière de sécurité des systèmes d'information (SSI). Elle reflète la vision stratégique de l'entité et montre l'importance qu'accorde la direction à la sécurité de son SI ;
- **Des infrastructures techniques** (bâtiments, réseau filaire, réseau électrique) de qualité pour soutenir les besoins du SI.

## 2.5 Principe méthodologique du diagnostic

### 2.5.1 Méthodes de recueil

Le diagnostic des systèmes d'informations climatiques et météorologiques du SI de MALI-METEO va traiter 8 thèmes majeurs qui sont :

- **Services actuels et perception des utilisateurs finaux** : toutes les informations sur un service délivré à un utilisateur final actuellement opérationnel (un service peut être un ou plusieurs applications informatiques)
- **Stratégie & Organisation & Pilotage** : toutes les informations sur l'organisation et le pilotage d'un centre au soutien des systèmes d'information
- **Gestion des projets informatiques et applications** : toutes les informations sur le développement, le déploiement et le maintien en condition opérationnelle des applications informatiques
- **Sécurité** : toutes les informations sur la sécurité du SI. Le thème sécurité est lui-même sous découpé en 11 sous thèmes :
  - Maîtriser le réseau
  - Mettre à niveau les logiciels
  - Authentifier l'utilisateur
  - Sécuriser les équipements terminaux
  - Protéger le réseau interne de l'internet
  - Surveiller les systèmes
  - Sécuriser l'administration du réseau
  - Contrôler l'accès aux locaux et la sécurité physique
  - Organiser la réaction en cas d'incident
  - Sensibiliser
  - Site Web
- **Traitement des données** : toutes les informations liées aux données, leur gestion et les échanges avec l'extérieur ;
- **Le système d'information technique** : toutes les informations permettant de dresser une cartographie complète du système d'information (représentation schématique des différentes couches du SI (Réseaux, Serveurs, Applications, Interfaces, Données) ;
- **Ressources Humaines** : toutes les informations sur le niveau, le développement et le maintien des compétences informatiques dans le centre ;
- **Installations** : toutes les informations sur les installations de soutien au système d'information (Énergie, refroidissement des serveurs, sécurisation des accès aux installations, ...).

### 2.5.2 Les personnels interviewés

Ci-joint la liste des personnels interviewés de MALI-METEO :

- M. Gaoussou TRAORE (Directeur du réseau d'observations et prévisions météorologiques);
- Mme DIABATE Fatoumata SANGHO ;
- M. Issa TRAORE (Chef du Service Agrométéo);

- M. Niamé DICKO (Ingénieur développement logiciels, administrateur base de données) ;
- M. Mamadou SAMAKE ;
- M. Adama KONATE ;
- M.Moussa TOURE (Prévisionniste).

### 2.5.3 Méthode d'analyse

Notre méthode d'analyse est basée sur une analyse top-down, nous partons de constats globaux obtenus par des questions fermées (sous forme de questionnaires Forms, présentés en annexe) et nous affinons le diagnostic par des questions ouvertes plus précises via des téléconférences et échanges de documents.

## 3 RESULTAT DU DIAGNOSTIC DES SYSTEMES D'INFORMATION

### 3.1 Synthèse du diagnostic des systèmes d'information

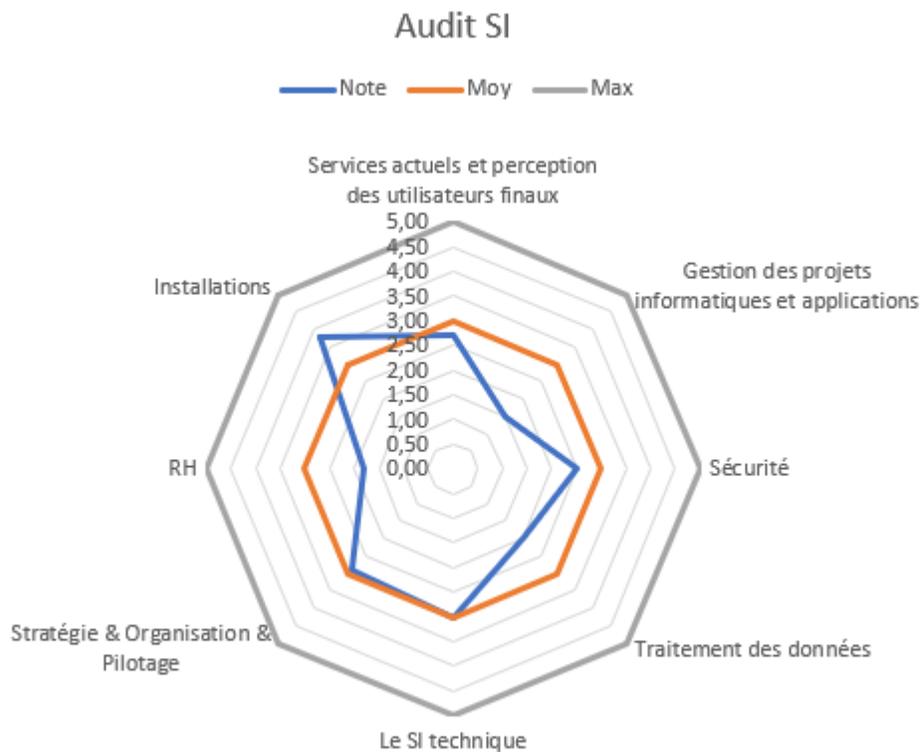


Figure Erreur ! Signet non défini. : Radar résultat Audit SI MALI-METEO

### 3.2 Diagnostic par thème

Thèmes	Note (1 à 5)	Point forts	Point Faibles
RH	1,80	Bon taux d'ingénieur	Compétences limitées en traitement des données massives
			Pas de Chef de Projet et de formation certifiante
			Sensibilisation sur les sujets qualité & sécurité limitée
Sécurité	2,52	Contrôler l'accès aux locaux et la sécurité physique	Politique de sécurité pas encore formalisée
		Surveiller les systèmes	Organisation de la réaction en cas d'incident à établir
			Sensibilisation des collaborateurs à mettre en œuvre
			Règles de sécurité à mettre à jour
Traitement des données	2,00	Peu de perte de données	Sauvegarde de la production non-industrialisée par manque de moyens
		Peu de problème de performance	Mode d'échange de données par fichier ou mail
			Connexion à moins de 100 Mb/s
Installations	3,80	Salle serveur climatisée & sécurisée	De nombreuses coupures électriques (1 à plusieurs fois par semaine) et du réseau
		Possède des groupes diesel et onduleurs pour chaque bâtiment	
Stratégie & Organisation & Pilotage	2,88	La stratégie, l'organisation se fait de manière informelle	Pas encore de formalisme sur la gestion de l'organisation, la gestion des risques, le suivi des actions et indicateurs, et autres
Gestion des projets informatiques et applications	1,50	Gestion documentaire sur répertoire	Pas de Méthodes de gestion de projet et de gestion de configuration établies, et autres.
		Gestion priorisée des bugs	Pas d'outils de gestion de projet
			Pas de réelle MCO et mise en production
Le SI technique	3,00	Maitrise Topologie réseau et administration serveurs	Présence d'une liste des équipements et applications critiques mais pas de cartographie du SI
		Applications indépendantes	Quelques problèmes de performance et de stabilité des applications

Thèmes	Note (1 à 5)	Point forts	Point Faibles
		Traitements complexes d'information déjà en place (réception des modèles, traitements, diffusion des données) gérés par les personnels de MALI-METEO	Peu de virtualisation (principalement applications développées par des tiers)
			Beaucoup de traitements manuels non automatisés
Services actuels et perception des utilisateurs finaux	2,70	Objectif d'amélioration de la qualité des prévisions délivrées et de mieux adapter la diffusion de ces informations auprès des utilisateurs	D'ores et déjà un service d'envoi de bulletins en place avec des prévisions de 3 à 7 jours à renforcer
		Services plutôt stables dans le temps	Engagement de disponibilité des services sur les heures de bureau
		Enquête satisfaction (67% des utilisateur satisfait)	Pas encore de mesure du taux de disponibilité réalisée

En synthèse, Il est intéressant de préciser que le SI technique et les infrastructures sont jugées satisfaisantes mais limitées par rapport aux ambitions de MALI-METEO et du projet MaliCrop.

Avec la mise en place d'une politique de sécurité, de sauvegarde et une montée en compétences des personnels sur ITSM et les nouvelles technologies, les performances du SI de MALI-METEO seraient en mesure d'atteindre un niveau encore supérieur.

### 3.3 Cartographie du SI MALI-METEO

Le schéma suivant présente la cartographie du SI de MALI-METEO.

Les codes de couleur sont les suivants :

- Violet : Applications développées par un tiers/prestataire et hébergées dans le SI de MALI-METEO
- Bleu : Applications maintenues et hébergées par MALI-METEO
- Vert : Application ou progiciels assurant les fonctions administratives (paye, comptabilité & immobilisation) hébergées sur le du SI MALI-METEO
- Jaune : Applications hébergées en dehors du site de MALI-METEO accessibles via le réseau Ethernet.

Il existe deux sous-réseaux non représentés dans le schéma : le sous-réseau administratif et le sous-réseau prévision

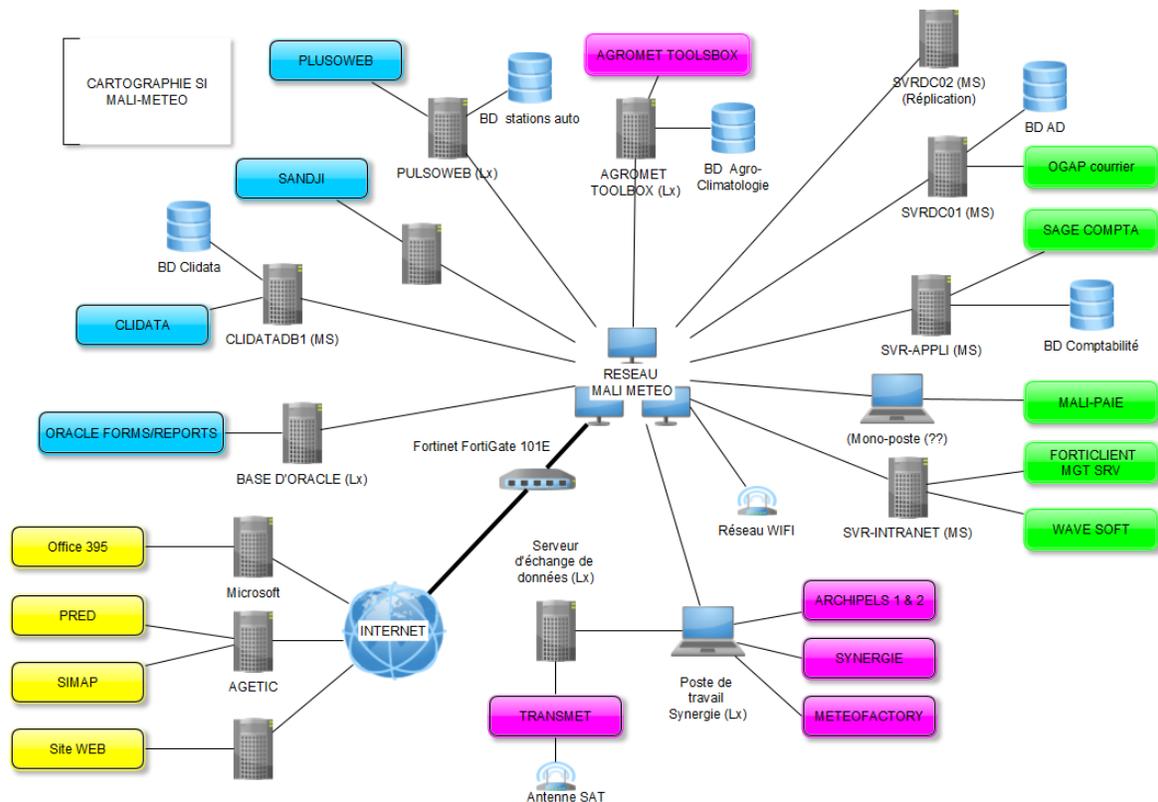


Figure 1 : Cartographie du SI MALI-METEO

## 4 SOLUTIONS DISPONIBLES ET COUTS ASSOCIES

### 4.1 Le Cloud

L'émergence du cloud depuis presque deux décennies a permis aux organisations informatiques d'externaliser une partie de leur SI sous plusieurs modèles de services (voir figure ci-dessous). Le SI de MALI-METEO est construit sur une configuration traditionnelle « On-Premise » mais utilise certains outils en mode SaaS (Office 365, PRED, ...). Il existe de nombreuses solutions qui utilisent désormais la puissance, la flexibilité et la scalabilité du cloud notamment à travers des modèles de déploiement CaaS (services managés) ou FaaS (logiciel serverless).

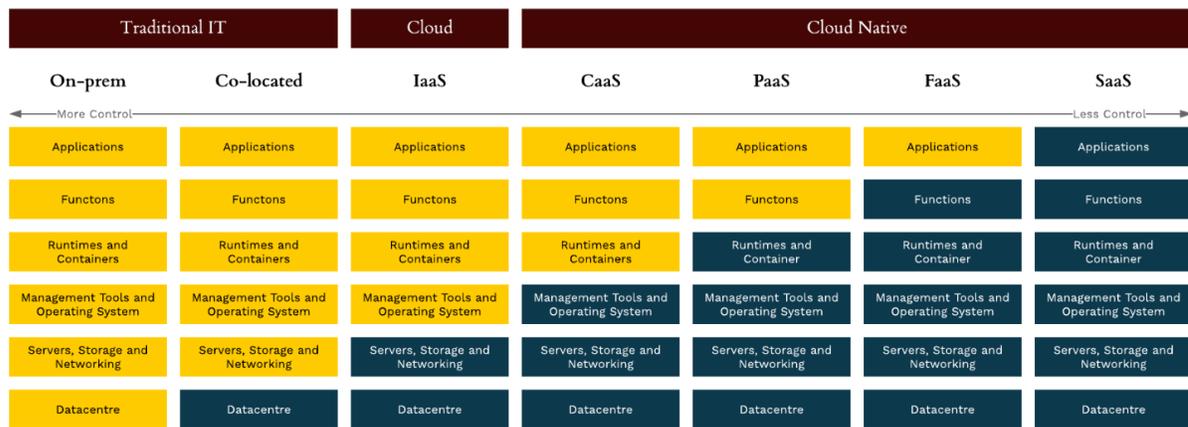


Figure 2 : Modèles de services

Afin de faire bénéficier à MALI-METEO de la technologie la plus adaptée, nous avons envisagé plusieurs solutions basées sur des modèles d'architecture informatique qui seront développées dans les paragraphes ci-dessous.

Nous proposons 3 types d'architecture informatique

- « On-Premise » : La solution est mise en œuvre entièrement au sein des infrastructures informatiques de MALI-METEO
- « Hybride » : La solution est mise en œuvre au sein des infrastructures informatiques de MALI-METEO et du cloud
- « Full Cloud » : La solution est mise en œuvre entièrement dans le cloud

Chacune des solutions d'architecture sera illustrée par un exemple de solution et par une description des impacts potentiels sur la cartographie du SI de MALI-METEO (les éléments informatiques cartographiés dans un cadre rouge sont de type « On-Premise » et ceux cartographiés en bleu sont de type « Cloud »).

## 4.2 Solutions On-Premise

### 4.2.1 Description

Un scénario « On-Premise » qui consiste à installer l'ensemble des éléments de la solution au sein des infrastructures informatiques de MALI-METEO :

- Les serveurs (Applicatif, BD et Sauvegarde) et les applications de la plateforme sont installés sur le site de MALI-METEO.
- Les fonctions sauvegarde, sécurité, autorisation d'accès pour les utilisateurs, performances générales du système, engagement de service, maintenance opérationnelle des serveurs sont à la charge des équipes de MALI-METEO.
- La maintenance, l'évolution et la configuration des services client est à la charge des équipes de MALI-METEO via un poste de travail standard ou un poste dédié.

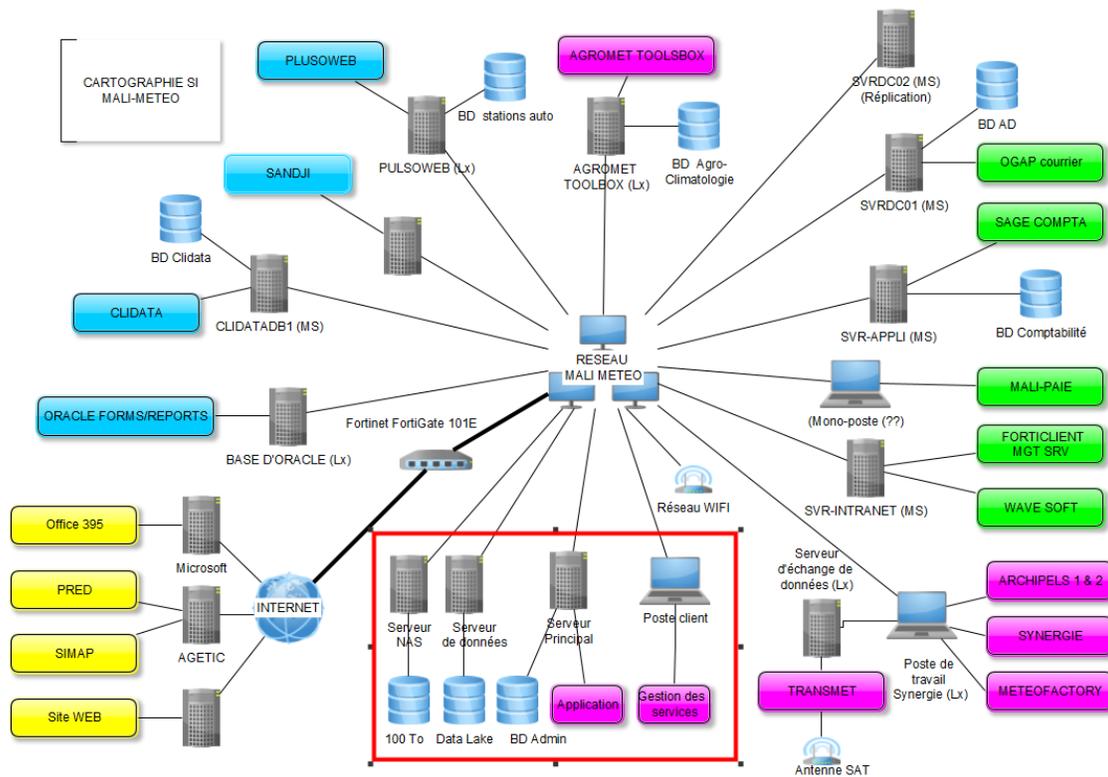


Figure 3 : Cartographie du SI MALI-METEO – scénario « On Premise »

### 4.2.2 Exemple et coûts

Ci-dessous, voici les activités identifiées, par MFI, pour une montée de niveau de la capacité de services d'un SMN :

Les services dédiés aux utilisateurs finaux dits « Services PWS » devront aller bien au-delà des services prévus pour les médias et le grand public. L'objectif est de fournir des services pertinents et de l'information météorologique personnalisée pour tous types de clients, incluant les principaux secteurs économiques du pays.

- Système de production finalisée : Un système de production finalisée permet de tirer parti des informations météorologiques brutes ou expertisées et de générer de façon automatique des produits personnalisés sur la base de "template" préparés à façon pour des usagers ou catégories d'usagers, puis de les diffuser selon des médias différents (internet, mail, fax, voix, GSM, etc.). Cet outil indispensable pour démultiplier la capacité de production finalisée du SMN sera installé dans la salle serveur du SMN puis suite à une formation, le SMN devra lui-même développer les produits répondant le mieux aux besoins de ses usagers.
- Vidéo : Système de génération de bulletins vidéo. Un tel système doit pouvoir s'interfacer au système d'information du SMN, permettant de réaliser un bulletin (régulier ou événementiel) dit « prêt à diffuser » et mis à disposition des chaînes de TV et des médias sociaux.
- Plateforme digitale mutualisée : Activation d'une Plateforme d'interface Utilisateur (UIP) des produits climatiques et de management des connaissances pour assurer l'interaction entre les utilisateurs et les fournisseurs de services climatologiques

L'objectif du système de production finalisée est de permettre l'automatisation de la production et de la diffusion de produits météorologiques et d'alertes vers les abonnés.

Il doit permettre de :

- Fournir des produits météorologiques sur-mesure aux usagers finaux.
- Combiner production automatique et expertise humaine.
- S'adapter au nombre et à la typologie des usagers.
- Concevoir des produits météorologiques personnalisés pour les usagers finaux.
- Générer ces produits.
- Disséminer ces produits au travers d'un large panel de médias.

Afin d'installer ce type de système localement en se basant sur le fait que toute l'infrastructure informatique et télécommunications est fonctionnelle à mali Météo, il faut un budget d'un ordre de grandeur de 1 M\$ (un million de dollars) avec une durée de mise en œuvre d'environ deux ans.

Ensuite, il est nécessaire que le SMN paie un coût annuel pour maintenir les systèmes en état de fonctionner.

Il est à noter que ce type de solution peut être développée par WeatherForce à travers sa solution présentée en mode Cloud qui peut être spécifiquement déployée en mode « On-Premise ».

## 4.3 Solutions Hybride

### 4.3.1 Description

Un scénario « Hybride » qui consiste à installer une partie des éléments de la solution au sein des infrastructures informatiques de MALI-METEO et maintenir la gestion des sauvegardes au sein du cloud d'un provider afin de garantir un certain niveau de sauvegarde et de sécurité des données :

- Les serveurs Applicatifs et de BD (système principal) sont installés sur le site de MALI-METEO.
- Le serveur de sauvegarde et une redondance du système sont hébergés sur le cloud maintenu par les équipes du provider du cloud.
- Les fonctions sécurité, autorisation d'accès pour les utilisateurs, performance générale du système, engagement de service, maintenance opérationnelle des serveurs sont à la charge des équipes de MALI-METEO.
- La maintenance, l'évolution et la configuration des services via un poste client est à la charge des équipes de MALI-METEO.

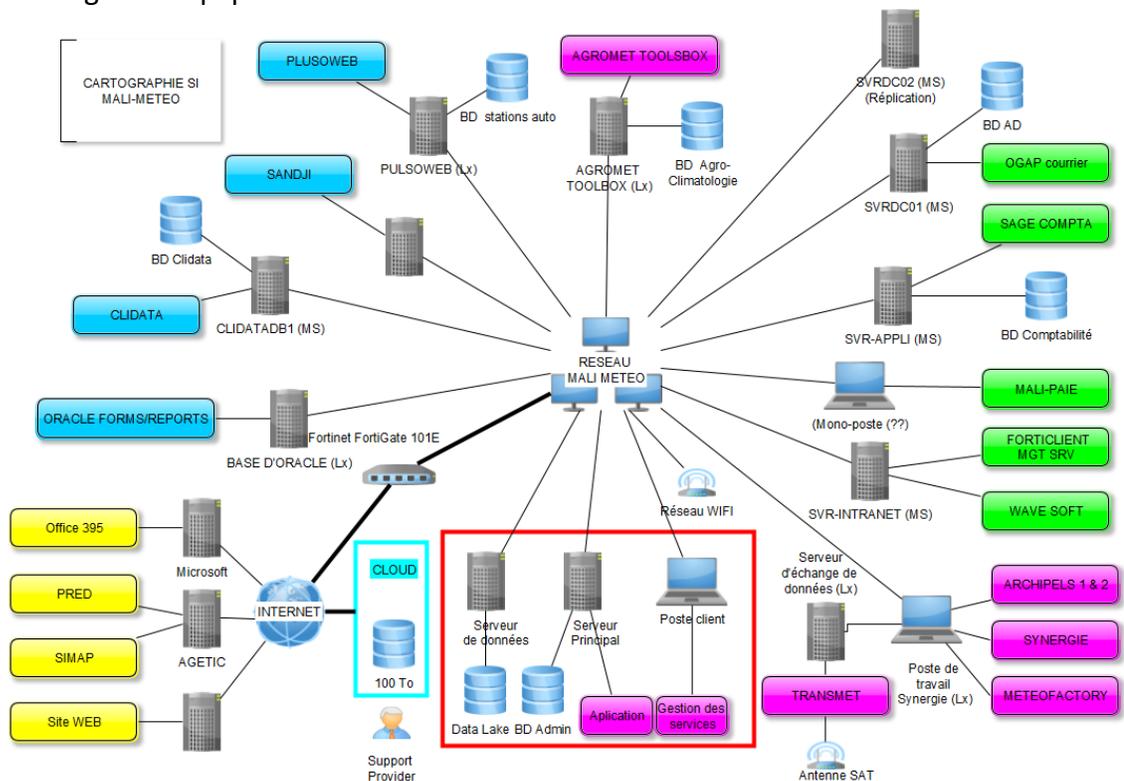


Figure 4 : Cartographie du SI MALI-METEO– scénario « Hybride »

### 4.3.2 Exemple et coûts

#### *4.3.2.1 Exemple d'Ignitia au Burkina Faso*

La solution proposée par [Ignitia](#) est une solution clé en main où tout est automatisé grâce à la plateforme de l'entreprise : les modèles, calculs et indicateurs sont directement fait sur les serveurs d'Ignitia (serveurs souterrains basés en Suède) qui diffuse ensuite l'information auprès des utilisateurs.

Le produit phare d'Ignitia est un sms quotidien de prévision à 48 heures. Spécialisée dans la météo tropicale, cette approche offre une bonne visibilité sur l'un des paramètres clés des tropiques, mais n'inclue pas le service météo local, pourtant référence de la science et seul à même de fournir des alertes officielles.

Sur le plan économique, Ignitia a obtenu un don de 2.5 M\$ de la part de plusieurs bailleurs en 2016, pour développer son service dans 6 pays (Cote D'Ivoire, Ghana, Mali, Niger, Nigeria et Sénégal) pour ensuite vendre les SMS pour quelques centaines de francs CFA par jour essentiellement au Ghana et au Burkina Faso.

#### *4.3.2.2 Exemple de WeatherForce*

Les services développés par WeatherForce incluent l'utilisation de données autres que celles présentent sur la plateforme. Dans de nombreux projets (avec clients privés ou, pour ne citer que celui-ci, dans le projet CREWS, financé par l'Organisation Mondiale de la Météorologie et en partenariat avec 5 pays du Sahel) WeatherForce utilisent des données externes pour calculer les indicateurs et/ou diffuser les données dans le produit final.

Le concept de cette solution serait que MALI-METEO possède ses propres serveurs physiques, sur son site, afin de calculer un ou des modèles régionaux à fine échelle. Dépendamment des souhaits des équipes, les indicateurs spécifiques aux cultures peuvent être calculés sur les serveurs du serveur météo national, avec une formation et un renforcement des capacités techniques si nécessaire (comme effectué par WeatherForce en Côte d'Ivoire lors des ateliers de data science dans le cadre du projet financé par la Banque Mondiale sur la chaîne de valeur de l'anacarde), ou directement sur la plateforme de l'entreprise, en utilisant en entrée des données des modèles de MALI-METEO. L'information serait ensuite mise en forme puis diffusée via le hub de WeatherForce.

Les coûts associés à cette solution sont nuls pour MALI-METEO. WeatherForce base son approche sur des Partenariats Public-Privés (PPP) qui ont pour objectifs de créer une alliance à long terme avec les services météos et de générer conjointement du revenu. Les solutions sont cocrées et les bénéfices partagés selon une convention définie ensemble. Les frais de maintenance et de création sont donc reportés sur les usagers finaux via les frais d'abonnements.

L'avantage de cette méthode est qu'elle n'est pas figée et, si elle venait à ne pas être sélectionnée dans un premier temps au profit d'une solution full cloud comme nous le recommanderions dans la suite de ce rapport, celle-ci pourrait être envisagée dans une phase ultérieure, une fois des serveurs installés chez MALI-METEO, sans changer ni interrompre le service auprès des utilisateurs finaux.

Cette solution, comme envisagée avec Mali Météo, nécessite un budget initial d'environ 200 k\$ idéalement sur la base d'un don d'un bailleur, puis c'est ensuite la vente des services qui permet de maintenir l'infrastructure cloud.

Il est à noter que ce type de solution peut être développée par WeatherForce à travers sa solution présentée en mode Cloud qui peut être spécifiquement déployée en mode « Hybride ».

## 4.4 Solutions Full Cloud

### 4.4.1 Description

Un scénario « Full Cloud » qui consiste à utiliser la plateforme solution comme un service Caas/Faas/PaaS pour les administrateurs MALI-METEO et un service SaaS pour les utilisateurs finaux :

- Les serveurs (Applicatif, BD et Sauvegarde) et les applications sont installés sur le cloud maintenu par les équipes de maintenance de la solution.
- Seule la gestion des droits d'accès utilisateurs et la configuration des services via un poste client sont à la charge des équipes de MALI-METEO.

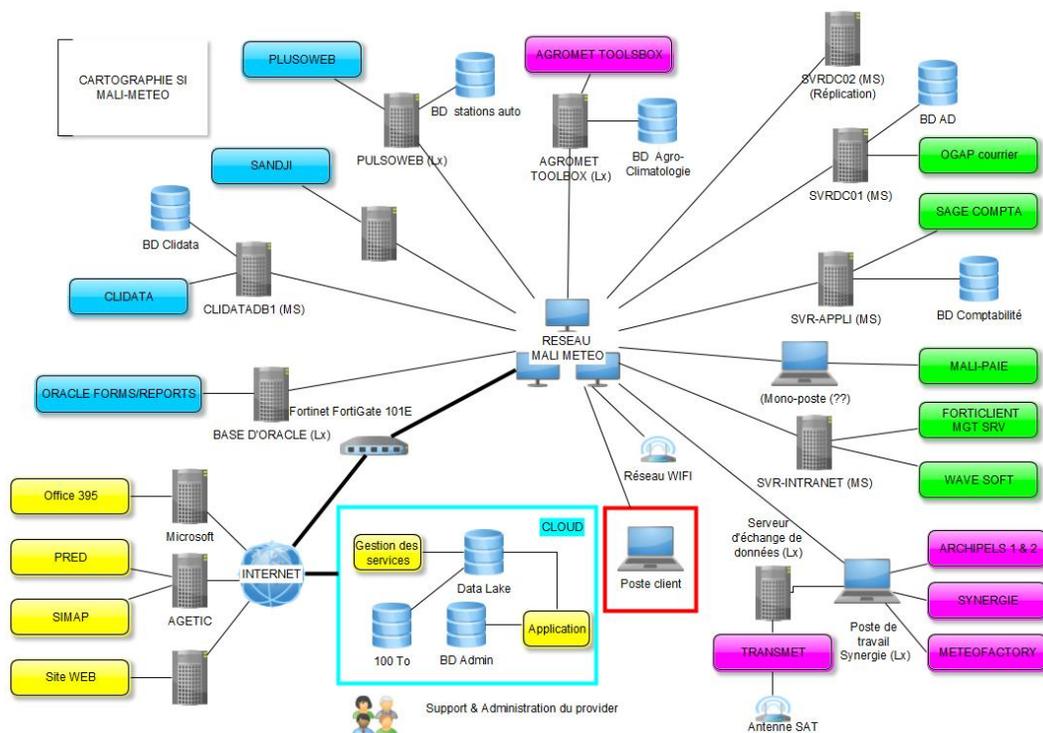


Figure 5 : Cartographie du SI MALI-METEO – scénario « Full Cloud »

### 4.4.2 Exemples et coûts

Diverses entreprises sont spécialisées dans ce type de solutions dépendamment du moyen de diffusion de l'information utilisé. Ci-dessous, des exemples de solutions actuellement sur le marché sur le continent Africain.

#### 4.4.2.1 Exemple Jokalante au Sénégal

L'entreprise [Jokalante](#) propose au Sénégal une diffusion locale de l'information par tous types de médias pour des abonnements compris entre 130 et 418€/mois (voir détails ci-dessous).

GOLD	SILVER	DISCOVER
<p><b>SERVICES PAYANTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 02 numéros dédiés</li> <li>- 300 transcriptions de feedbacks</li> <li>- 54000 secondes de communication</li> <li>- nombre de profil illimité</li> <li>- 05 traductions de langues</li> </ul> <p><b>SERVICES ADDITIONNELS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- profil spécifique d'organisation</li> <li>- nombre illimité de login sur la plateforme</li> <li>- assistance par mail prioritaire</li> <li>- 04h de formation à la plateforme à Jokalante</li> </ul>	<p><b>SERVICES PAYANTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 numéros dédiés</li> <li>- 120 transcriptions de feedbacks</li> <li>- 30000 secondes de communication</li> <li>- nombre de profils : 20000</li> <li>- 02 langues (wolof + une autre langue)</li> </ul> <p><b>SERVICES ADDITIONNELS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 03 logins sur la plateforme</li> <li>- assistance par mail prioritaire sous 48h</li> <li>- 04h de formation à la plateforme</li> </ul>	<p><b>SERVICES PAYANTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 numéros dédiés</li> <li>- 50 transcriptions de feedbacks</li> <li>- 9000 secondes de communication</li> <li>- 01 langue local au choix</li> <li>- 5000 profils</li> </ul> <p><b>SERVICES ADDITIONNELS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 profil spécifique d'organisation</li> <li>- 01 login sur la plateforme</li> <li>- assistance par mail prioritaire sous 72h</li> <li>- guide utilisateur de la plateforme</li> </ul>
275.000F/mois	155.000F/mois	85.000F/mois

Figure 6 - Prix de la solution Jokalante

Pour mettre en œuvre une politique de communication et sensibilisation des paysans, les décideurs et autres acteurs de développement, l'entreprise Jokalante utilise les médias traditionnels tels que la radio, mais aussi les outils du monde moderne (sms, réseaux sociaux, ...).

Cette solution pourrait être utilisée afin de diffuser les bulletins via les radios locales, mais nécessiterait tout de même que le calcul des indicateurs et la génération des bulletins soient fait sur la plateforme cloud de WeatherForce. Les prévisionnistes agrométéorologiques de MALI-METEO ont donc toujours la main sur les données et peuvent modifier les informations avant diffusion (par exemple ajustement d'une zone de précipitation, débiaisage des températures par expérience et expertise des modèles, ...).

Le modèle économique de Jokalante est alors de partager les revenus réalisés avec le SMN.

#### 4.4.2.2 Exemple WeatherForce en CIV

La solution Full Cloud est également possible en utilisant les services et la plateforme de WeatherForce. Décrite dans le paragraphe suivant, la plateforme a été pensée et développée afin de pouvoir s'ouvrir aux utilisateurs (services météo, universitaires, chercheurs, ...) et de leurs permettre de créer de la valeur ajoutée à l'aide des données météo mondiales qui y sont présentes. Les données collectées proviennent de services météo reconnus mondialement (ECMWF, NOAA, Météo France ...) et, avec l'arrivée de nouveaux pays sur la plateforme, s'enrichissent au fil du temps. Ces données sont ensuite adaptées au pays ou la région concernée grâce à une descente d'échelle (downscaling) puis utilisées pour répondre aux besoins des utilisateurs, par exemple en créant des indicateurs spécifiques à une culture locale. C'est la solution qui a été déployée en Côte d'Ivoire, où des indicateurs liés à la culture de l'anacarde ont été développés en partenariat avec la SODEXAM (service météo local). Cette solution permet donc la création et la diffusion de contenu agro-météo ultra local, en

coopération avec le service météo national, et ce même sans l'acquisition de serveurs physiques.

Comme expliqué dans la solution Hybride avec WeatherForce, cette solution ne génère pas de frais pour le service météo mais tend à créer des bénéfices sur des produits vendus conjointement à des entreprises privées locales.

## 4.5 Présentation de la plateforme Weatherforce

La plateforme WeatherForce est une plateforme web permettant la mise en œuvre sécurisée de services météorologiques et climatiques. Conçue comme usine de transformation de données adaptées aux problématiques des SMNs, elle permet la rapide mise en œuvre de services agro-météorologiques variés en s'appuyant sur un environnement de data processing et de datavisualisation modulaire.

Hébergée dans le cloud et basée sur des services managés (modèle Caas) du cloud Microsoft Azure (région Est Europe) elle est architecturée autour de 4 modules majeurs ;

- Un manager (gestionnaire de pipeline de traitement de données) dont les fonctions sont :
  - Ordonnancer les taches d'acquisition des données météo/climatiques/agro-climatologiques/agro-météorologiques et les tâches de traitement des données ;
  - Assurer la mise à jour régulière ces données;
  - Gérer l'authentification et la gestion des droits des utilisateurs des services ;
  - Monitorer des services additionnels (envoi de mail, SMS, ...)
  - Mettre à disposition des interfaces web sécurisées permettant la visualisation de données d'intérêt pour un client, et accessibles via un URL public d'accès.
- Un Data Lake qui rassemble et centralise les données d'intérêt, mises à jour régulièrement par le manager de la plateforme ;
- Un environnement d'exploration de données, basé sur la technologie Jupyter, auquel ont été ajouté des bibliothèques techniques permettant la création d'interface web de datavisualisation, destinées aux utilisateurs finaux (clients de MALI-METEO)
- Une base de données d'administration des droits sur les services de la plateforme ;
- Un ensemble de services tiers connectés à la plateforme permettant la diffusion d'informations via différents canaux de diffusion.

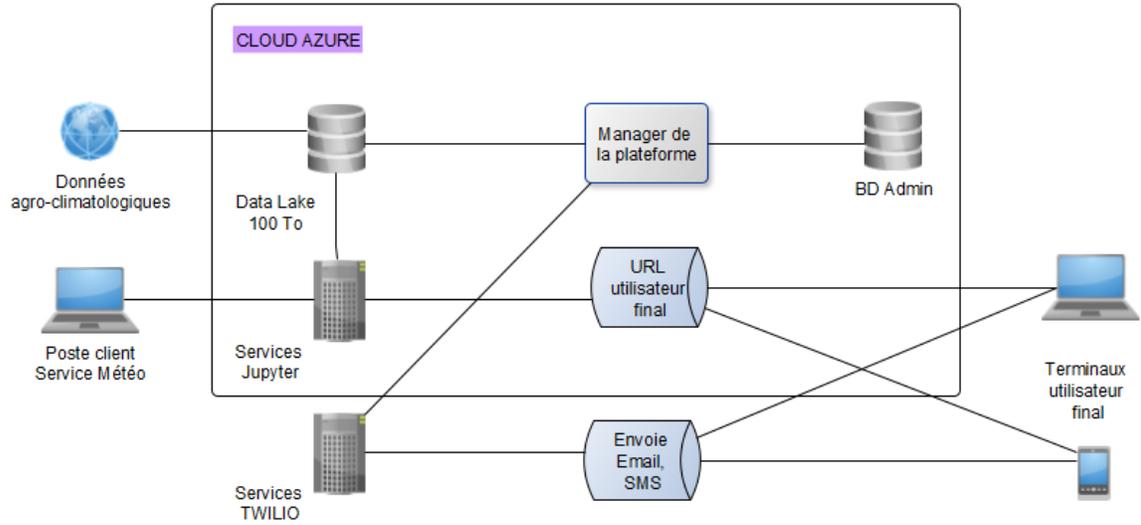


Figure 7 : Architecture de la plateforme WeatherForce

Les engagements de services de la plateforme WeatherForce sont :

- Disponibilité des services à 99,99%
- Une politique de sauvegarde basée sur des sauvegardes incrémentales régulières.

## 5 SOLUTION PROPOSEE

### 5.1 Analyse des solutions proposées

Le graphe suivant présente l'analyse des 3 scénarii incluant WeatherForce à travers un ensemble de critères retenus afin de répondre aux exigences de l'OMM et à l'état de l'art des SI.

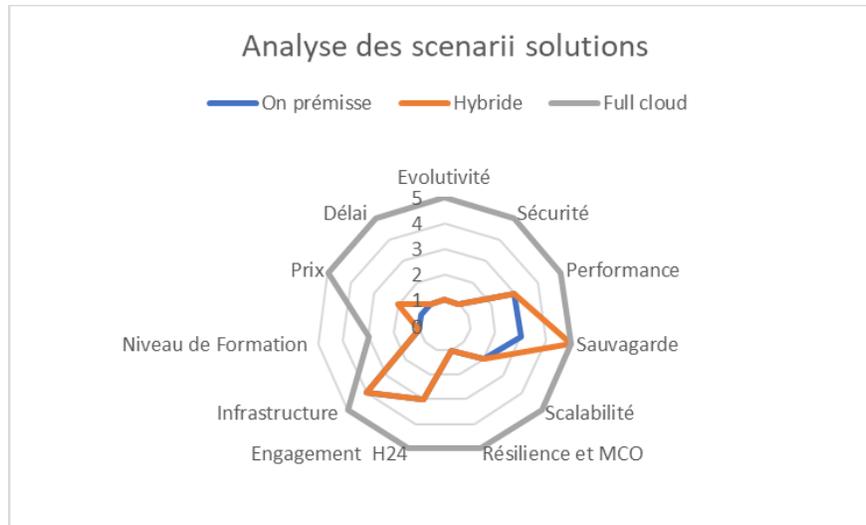


Figure 8 : Analyse des scénarii par solution

Le tableau suivant présente pour chaque scénario, une analyse commentée des critères retenus afin de répondre aux exigences de l'OMM et à l'état de l'art des SI :

Scenario	On Premise WF		Hybride WF		Full cloud WF	
	Note	Commentaires	Note	Commentaires	Note	Commentaires
Evolutivité des services	1	WeatherForce met à disposition une plateforme figée en termes de fonctionnalités car les codes logiciels restent la propriété de WeatherForce. WeatherForce met à disposition des services Jupyter figés également que MALI-METEO pourra faire évoluer	1	Identique au scénario On-Premise	5	MALI-METEO bénéficiera en temps-réel des évolutions de la plateforme WeatherForce et des services Jupyter
Sécurité (autorisation et droit d'accès)	1	Pas encore de politique de sécurité forte au sein de MALI-METEO	1	Pas encore de politique de sécurité forte au sein de MALI-METEO	5	La sécurité de la plateforme est assurée par les équipes WeatherForce et par le SOC AZURE

Scenario	On Premise WF		Hybride WF		Full cloud WF	
	Note	Commentaires	Note	Commentaires	Note	Commentaires
Performance (temps d'accès, temps de réponse) et stabilité du système	3	Liée aux infrastructures et réseaux de MALI-METEO	3	Liée aux infrastructures et réseaux de MALI-METEO	5	La performance est très haute car basée sur les infrastructures AZURE
Gestion des sauvegardes	3	Sauvegarde potentiellement assurée par le NAS mais pas de politique de sauvegarde forte au sein de MALI-METEO à mettre en place, ainsi qu'une vérification de la capacité de stockage	5	Sauvegarde est assurée nativement par les services Azure	5	Sauvegarde est assurée nativement par les services Azure
Scalabilité	2	Difficulté pour approvisionner des matériels rapidement	2	Difficulté pour approvisionner des matériels rapidement	5	Immédiate (principe du cloud)
Résilience (Redondance, redémarrage sans coupure , ...) et maintien en condition opérationnelle du système	1	Nécessite une maîtrise des technologies des services managés (Kubernetes, Docker, Terraform, ... )	1	Nécessite une maîtrise des technologies des services managés (Kubernetes, Docker, Terraform, ... )	5	La plateforme WeatherForce est managée par des équipes de support et de développement de la plateforme WeatherForce
Engagement de service H24	3	Les engagements de services sont actuellement en heure de bureau	3	Les engagements de services sont actuellement en heure de bureau	5	La plateforme WeatherForce fonctionne actuellement en H24
Infrastructure technique (Cooling, Énergie, ...)	4	Les groupes électrogènes et onduleurs peuvent assurer un courant soutenu pendant un certain temps	4	Les groupes électrogènes et onduleurs peuvent assurer un courant soutenu pendant un certain temps	5	Les data center AZURE ont de multiples sources d'énergies (double providers, double groupe, redondance chaude et froide, ...) qui rend l'ensemble des services extrêmement résilients, et rendent quasi impossible la perte totale de service
Niveau de Formation des personnels de MALI-METEO aux services managés (technologies Guernattes, Docker, Terraform, ... ) et Jupyter	1	Pas de compétence actuellement au sein des équipes MALI-METEO	1	Pas de compétence actuellement au sein des équipes MALI-METEO	3	Seulement nécessaire de former les personnels de MALI-METEO à l'utilisation des modules clés de création de services destinés aux clients
Prix	1	Investissements massifs en matériels ( Serveurs, stockage et infrastructures sauvegarde) et licences	2	Investissements importants en matériels (Serveurs, stockage et infrastructure de sauvegarde) mais	5	Pas d'investissement initial, le business model de la plateforme est basé sur un modèle d'abonnement payé par

Scenario	On Premise WF		Hybride WF		Full cloud WF	
	Note	Commentaires	Note	Commentaires	Note	Commentaires
				génération de revenu via les nouveaux clients		les clients donc nouveaux revenus pour MALI-METEO
Délai de mise en œuvre de la solution	1	Très longue, il faut déployer une version On-Premise de la plateforme et assurer une formation complexe des personnels de MALI-METEO	1	Identique au scénario On-Premise	5	Immédiate, la plateforme est déjà opérationnelle et les équipes de support Weatherforce également
Note globale	1,86		2,00		4,71	

## 5.2 Synthèse

### 5.2.1 Scénario « On-Premise »

C'est une solution opérationnelle coûteuse à mettre en œuvre (fourniture de plusieurs serveurs et système de sauvegarde) et qui nécessite une montée en compétence importante des personnels de MALI-METEO pour la mise en œuvre des services managés autour notamment des technologies Kubernetes, Docker et Terraform et la mise à niveau des politiques de sécurité, de sauvegarde, de maintien en condition opérationnelle du SI et d'engagement de service d'un bon niveau pour assurer le service aux utilisateurs. Ces contraintes rendent la mise en œuvre opérationnelle au standard recommandé par l'OMM relativement longue (plusieurs années).

### 5.2.2 Scénario « Hybride »

C'est une solution un peu moins coûteuse que la solution « On-Premise » mais qui ne réduit pas le délai de montée en compétence des personnels de MALI-METEO et la mise à niveau des politiques de sécurité, de sauvegarde, de maintien en condition opérationnelle du SI pour la tenue des engagements de services à l'image de la solution « On-Premise ».

Comme pour le scénario « On-Premise », ces contraintes rendent la mise en œuvre opérationnelle au standard recommandé par l'OMM relativement longue (plusieurs années).

### 5.2.3 Scénario « Full Cloud »

C'est une solution rapide à mettre en œuvre, à moindre coût (basé sur un abonnement) et qui garantit immédiatement la sécurité, la sauvegarde, la performance et les engagements de service pour les utilisateurs finaux et surtout une mise à jour en temps-réel de l'ensemble des services de la plateforme.

## 6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En conclusion, il apparaît clairement que le meilleur scénario technique permettant de répondre, à la fois aux exigences du projet MaliCrop et aux ambitions de MALI-METEO est une solution basée sur l'usage de la plateforme WeatherForce en mode « Full Cloud ». Cette solution apparaît comme le meilleur compromis permettant aux personnels de MALI-METEO d'être pleinement autonomes pour configurer des services clients rapidement, tout en s'affranchissant des contraintes techniques, financières et RH (formations) que les autres scénarii requièrent (scénarii « Hybride » et « On-Premise »).

Utiliser cette configuration pour diffuser l'information permettrait à MALI-METEO de créer de l'information agrométéorologique ultra-localisée, sur la plateforme de WeatherForce. Comme

nous le verrons dans le document d'analyse des besoins, la solution qui sera proposée pour répondre aux besoins des utilisateurs de la commune pilote sera diffusée via des radios locales, mais, dans le cas de futurs clients de MALI-METEO, l'information pourra être diffusée via de nombreux canaux, comme par exemple au travers d'une société malienne qui aurait le même fonctionnement que Jokalante citée précédemment.

Toutefois, il est important de souligner que ce choix, ne contrarie aucunement les ambitions futures de MALI-METEO à pouvoir prochainement faire tourner son propre modèle de prévisions météo et accroître le nombre de services auprès de ses utilisateurs.

Au contraire, en limitant la complexité de son système d'information, en s'appuyant sur une plateforme fonctionnelle existante, MALI-METEO se donne rapidement les moyens de valoriser immédiatement son savoir-faire, sans interférer avec les projets de renforcement de capacité à venir comme HYDROMET.

Le projet MaliCrop, dont les délais de réalisation sont courts, constitue donc une véritable opportunité pour MALI-METEO d'expérimenter au travers d'un projet pilote, une solution innovante, peu contraignante, opérationnelle rapidement et compatible avec la durée du projet.

Il conviendra ensuite une fois ce démonstrateur réalisé d'éventuellement changer de scénario en phase avec la montée en capacité de MALI-METEO réalisée dans le cadre du projet HYDROMET de la Banque Mondiale.

## **7 BIBLIOGRAPHIE**

[1] : Manuel du Système d'information de l'OMM - Annexe VII du Règlement technique de l'OMM

[2] : Africa Hydromet Program - Strengthening Climate Resilience in Sub-Saharan Africa: Phase I - Mali Country Project - Feasibility Study by Serge A. Pieyns.

## **8 DETAIL DES INTERVIEWS/QUESTIONNAIRES**

Voir dossier en ANNEXE A