

STRATEGIE D'ACCOMPAGNEMENT AU RENFORCEMENT DES CAPACITES (RC) DES OPERATEURS DANS LE CADRE DE LA DIGITAL ENERGY FACILITY COMPOSANTE 1B

**CONTRAT N°
AFD/ENU/EGI/2021/CC/BHKN°29**

**Rapport de l'étude de benchmark de
solutions de Gestion de la Maintenance
Assistée par Ordinateur (GMAO)**



Version 1.0

6 mai 2025

**STRATEGIE D'ACCOMPAGNEMENT AU RENFORCEMENT DES
CAPACITES (RC) DES OPERATEURS DANS LE CADRE DE LA
DIGITAL ENERGY FACILITY
COMPOSANTE 1B**

Page 2 / 59

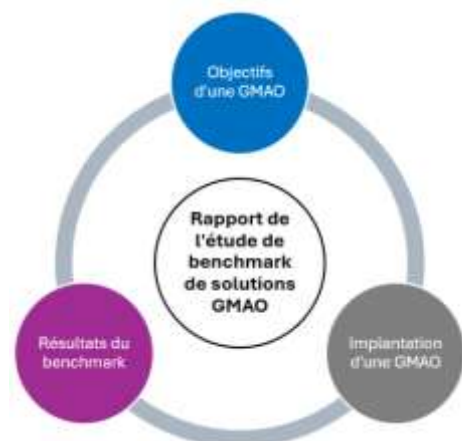
Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

Références du document		
Date : 01/09/2024	Version : 1.0	
Auteur : G. Kovacs	Vérificateur : Philippe Michal	Approbateur : Paul Karpp
Code affaire :		
Suivi des révisions		
1.0	Rédaction du document initial	

SYNTHESE

CONTEXTE ET OJECTIFS

Ce rapport s'inscrit dans le cadre du programme Digital Energy Facility mis en œuvre par l'Agence Française de Développement, et plus précisément dans sa composante sur le renforcement des capacités des sociétés d'électricité en matière de numérisation. Il est destiné aux gestionnaires de réseaux qui souhaitent s'informer sur les solutions GMAO pour la maintenance de leurs actifs et du lien avec le SIG.



Objectifs du rapport :

- Présenter les bénéfices liés à la mise en place d'une solution GMAO.
- Expliquer les différentes étapes d'implantation d'une solution GMAO, et les recommandations associées.
- Présenter la méthodologie et les résultats de l'étude de benchmark de solutions GMAO.

Figure 1 : Contenu du rapport

BILAN

Une solution GMAO permet à une entreprise d'optimiser la gestion de ses actifs, grâce à des outils de planification et de suivi des activités de maintenance, de description du patrimoine d'actifs, de gestion des stocks, et d'indicateurs de performance.

Il existe de nombreuses solutions GMAO sur le marché. Le choix de la solution se fait selon de multiples critères, tels que les fonctionnalités proposées nativement dans la solution, sa facilité de paramétrage, son ergonomie, ses capacités d'intégration avec les autres outils informatiques utilisés, la possibilité d'associer un SIG.

Une fois la solution retenue, s'ensuit son implantation dans l'entreprise, qui comporte plusieurs étapes. Tout d'abord, il s'agit de rédiger le cahier des charges avec les exigences techniques et fonctionnelles requises. Puis l'intégrateur de la solution doit configurer les arborescences de description du patrimoine d'actifs et les différentes étapes du cycle de vie des ordres de travail et des demandes d'intervention (« workflows ») selon les processus que l'entreprise souhaite mettre en place. L'intégrateur est également responsable de la migration des données vers la nouvelle base de données de la GMAO. Pour que la solution soit utilisée à sa pleine efficacité, la base de données se doit d'être la plus complète possible. La phase d'implantation se termine généralement par les formations des utilisateurs, adaptées aux différents profils (techniciens, administrateurs, ...).

Quatre solutions GMAO sont présentées dans l'étude de benchmark de ce rapport : la solution CARL de l'éditeur Berger Levrault, la solution Coswin 8i de l'éditeur SIVICO Group, la solution HxGN EAM de l'éditeur Hexagon et la solution Maximo de l'éditeur IBM. L'étude présente les fonctionnalités de chacune de ses solutions. Les résultats du benchmark montrent que toutes ces solutions possèdent les fonctionnalités standards habituellement exigées par des gestionnaires de réseaux d'électricité, que ce soit au niveau de la description des actifs, du suivi des interventions, de la gestion des stocks et du SIG. Mais la comparaison met également en lumière des différences entre ces solutions, à la fois sur le niveau de profondeur des fonctionnalités, sur l'ergonomie d'utilisation, ou encore sur la liberté de paramétrage laissée à la main de l'utilisateur.

GLOSSAIRE

Code	Description
AFD	Agence Française de Développement
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CNER	Centre National d'Expertise Réseau (de RTE)
CRE	Compte Rendu d'Exécution
CRI	Compte Rendu d'Intervention
DEF	Digital Energy Facility
DI	Demande d'Intervention
DT	Demande de Travaux
EAM	Enterprise Asset Management
ERP	Enterprise Resource Planning
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GED	Gestion Electronique des Documents
GMAO	Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur
GRD	Gestionnaire de Réseau de Distribution (d'électricité)
GRT	Gestionnaire de Réseau de Transport (d'électricité)
IHM	Interface Homme-Machine
OT	Ordre de Travail
OTG	Ordre de Travail Global
OTU	Ordre de Travail Unitaire
RTE	Réseau de Transport d'Electricité (GRT français)
R&D	Recherche et Développement
SaaS	Software as a Service
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SI	Système d'Informations
SIG	Système d'Information Géographique
TD	Ticket de Déclenchement
TST	Travaux Sous Tension

TABLE DES MATIERES

Synthèse	3
Glossaire	4
Table des matières	5
Table des figures	7
Table des tableaux.....	7
1. Introduction.....	8
1.1. Contexte de la mission.....	8
1.2. Contexte de réalisation de l'étude de benchmark.....	9
1.3. Clés de lecture du rapport	10
2. Objectifs d'une GMAO	11
2.1. Gestion des actifs.....	11
2.2. Fonctionnalités offertes	13
2.2.1. La description du patrimoine d'actifs	13
2.2.2. Le suivi des interventions.....	15
2.2.3. La gestion des stocks	16
2.3. Le SIG	17
3. Implantation d'une GMAO.....	19
3.1. Configuration de la solution	19
3.1.1. Notions d'« éditeur » et d'« intégrateur ».....	19
3.1.2. Notions de « paramétrage » et de « développement ».....	20
3.2. Recommandations d'implantation de la solution	21
3.2.1. Interopérabilité.....	21
3.2.2. Complétude des données	22
3.2.3. Ergonomie de la solution.....	23
3.3. Implantation d'un SIG lié à la GMAO	24
3.4. Hébergement de la solution	25
3.5. Ressources à mettre en place	26
3.5.1. Le nombre d'utilisateurs et de licences	26
3.5.2. Les administrateurs.....	26
3.5.3. La formation	27
3.6. Coûts d'implantation d'une solution GMAO.....	27
4. Résultats du benchmark des solutions GMAO	28
4.1. Méthodologie de réalisation du benchmark	28
4.2. Présentation des solutions étudiées	30
4.2.1. Solution CARL Source par Berger Levrault.....	30
4.2.2. Solution Coswin 8i par SIVICO Group.....	30
4.2.3. Solution HxGN EAM par Hexagon	31

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

4.2.4. Solution Maximo par IBM	31
4.3. Caractéristiques des solutions étudiées	32
4.3.1. Ergonomie et écran d'accueil	32
4.3.2. La description des actifs.....	35
4.3.3. Le suivi des interventions.....	37
4.3.4. Le suivi documentaire.....	41
4.3.5. La gestion des stocks	41
4.3.6. Le Système d'Information Géographique (SIG)	42
4.4. Synthèse des comparaisons.....	47
4.5. Avis experts métier suite aux démonstrations	52
4.5.1. Recueil des avis sur la solution CARL	52
4.5.2. Recueil des avis sur la solution HxGN EAM	52
4.5.3. Recueil des avis sur la solution IBM Maximo	52
5. Conclusion.....	54
Annexe 1 – Scénario utilisé pour les démonstrations des solutions GMAO	57

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Contenu du rapport	3
Figure 2 : Les quatre composantes du programme DEF	8
Figure 3 : Gestion d'actifs versus gestion des actifs	12
Figure 4 : Fonctionnalités offertes par une solution GMAO	13
Figure 5 : Exemple de représentation de lignes et de pylônes sur un SIG	17
Figure 6 : Illustration du SIG VEGEO pour le suivi de la végétation à RTE	18
Figure 7 : Etapes d'intégration d'une solution GMAO*	19
Figure 8 : Les étapes de réalisation de l'étude de benchmark	29
Figure 9 : Illustration écran d'accueil solution CARL	33
Figure 10 : Illustration écran d'accueil solution Coswin 8i	33
Figure 11 : Illustration écran d'accueil solution HxGN EAM	34
Figure 12 : Illustration écran d'accueil solution Maximo	34
Figure 13 : Illustrations anonymisées des arborescences HxGN EAM (en haut à gauche), CARL (en haut au centre), Maximo (en haut à droite) et Coswin (en bas)	36
Figure 14 : Illustration fenêtre OT solution CARL	37
Figure 15 : Illustration fenêtre OT solution Coswin 8i	37
Figure 16 : Illustration fenêtre OT solution HxGN EAM	38
Figure 17 : Illustration outil de planification solution CARL	39
Figure 18 : Illustration outil de planification (gestion journalière des travaux par activité et par agent) solution HxGN EAM	39
Figure 19 : Illustration outil de planification solution Coswin 8i	40
Figure 20 : Illustration outil de planification solution Maximo	40
Figure 21 : Illustrations application mobile des solutions Maximo (à gauche), CARL (au milieu) et Coswin (à droite)	41
Figure 22 : Illustrations du SIG Open Source de la solution CARL	43
Figure 23 : Illustration du SIG Open Source de la solution HxGN EAM	43
Figure 24 : Illustrations du SIG Open source (image en haut à gauche) et du SIG ArcGIS (image en bas à droite) liés à la solution Maximo	44
Figure 25 : Illustration de l'interfaçage entre la solution Coswin et le SIG ArcGIS	45
Figure 26 : Illustration de l'outil Infoliaison (RTE)	54

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Avantages et inconvénients du paramétrage et du développement	20
Tableau 3 : Les processus de complétude d'une base de données GMAO	23
Tableau 2 : Modèles SaaS et On Premise	26
Tableau 4 : Comparatif des SIG	47
Tableau 5 : Tableau de synthèse de comparaison des solutions GMAO	51

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de la mission

La Digital Facility Energy (DEF), est un programme portant sur la prise en compte de la digitalisation pour l'amélioration l'intégration des énergies renouvelables au réseau électrique, de l'accès à l'énergie électrique, et des performances des sociétés d'électricité tout en réduisant les pertes techniques et commerciales. Ce programme est financé par l'Union européenne et mis en œuvre par l'Agence Française de Développement.

Qu'est-ce que la Digital Energy Facility ?

La Digital Energy Facility est un programme financé par l'Union européenne et mis en œuvre par l'Agence française de développement.

- Budget :** 23,5 millions d'euros (dont 3 millions d'euros affectés à la gestion, à la communication et à l'évaluation du programme).
- Localisation :** pays éligibles à l'aide publique au développement du Comité d'aide au développement (CAD) de l'OCDE à l'exception des pays en pré-adhésion à l'UE. Focus sur les pays d'Afrique subsaharienne.
- Durée :** de décembre 2019 à décembre 2025 (décembre 2027 pour le volet de l'amorçage).

Le secteur de l'énergie, notamment celui de l'électricité, doit actuellement faire face à des changements fondamentaux qui perturbent la structure du système électrique : jusque-là centralisé, unidirectionnel, basé sur le carbone et centré sur la production, le réseau devient décentralisé, multidirectionnel, décarboné et centré sur le consommateur.

La digitalisation est cruciale pour ce nouveau réseau d'énergie flexible et décentralisé, car elle facilite la gestion de la demande énergétique, améliore la planification du réseau et permet de mettre en œuvre de nouveaux modèles économiques tels que les *minigrig* (mini-réseaux) et les *offgrid* (systèmes autonomes), ce qui contribue à accroître l'accès à l'énergie.

RAPPELS SUR LA DEF ET SES QUATRE COMPOSANTES

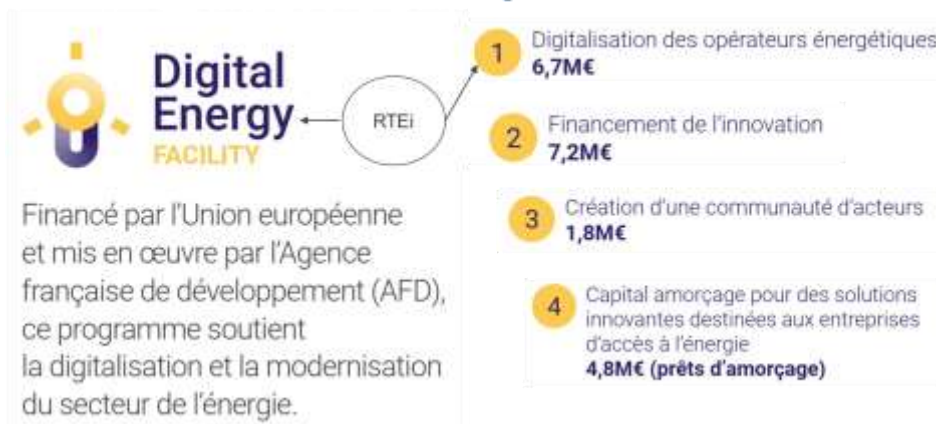


Figure 2 : Les quatre composantes du programme DEF

RTE international a été mandaté par l'Agence Française de Développement pour travailler sur la composante 1b. Cette composante vise à renforcer les capacités des sociétés d'électricité en matière de numérisation.

Dans cette optique, trois groupes de travail ont été définis, sur les domaines suivants :

- Commun (stratégie, cybersécurité) ;
- Télécommunication (exploiter, superviser) ;
- Client (SIG, télécomptages).

La prestation demandée s'inscrit dans le domaine « Client », et plus précisément dans la thématique C1 SIG : « Savoir mettre en œuvre un SIG, développer des applications, exploiter des données ». Elle consiste en la réalisation et la présentation d'une étude de benchmark visant à comparer différents logiciels de GMAO dans le cadre de la maintenance des équipements de réseau électrique et du lien avec le SIG.

1.2. Contexte de réalisation de l'étude de benchmark

L'étude de benchmark de solutions GMAO, dont les résultats sont présentés dans ce rapport, a été initiée dans le cadre de différents projets menés par RTE international pour le compte de société d'électricité souhaitant implanter une solution GMAO du marché intégrant ou permettant d'associer un SIG pour la gestion des opérations sur leur réseau. Pour des raisons de confidentialité, les données relatives à ces sociétés d'électricité ont été anonymisées et ne seront pas divulguées.

Dans le cadre des activités de RTE international, plusieurs éditeurs de GMAO ont été contactés, puis sélectionnés pour présenter leur solution sous forme d'ateliers de démonstration. Quatre éditeurs ont été retenus pour réaliser ces démonstrations. Seules trois des quatre solutions sont présentées dans ce rapport, la dernière solution étant trop en écart avec les attendus d'une GMAO pour une société d'électricité ou un gestionnaire de réseau d'électricité.

L'étude de benchmark a ensuite été enrichie et complétée pour répondre aux objectifs spécifiques de cette prestation dans le cadre du programme DEF, à savoir :

- Présenter les objectifs liés à la mise en place d'une GMAO,
- Expliciter les différentes notions et recommandations liées à la mise en place d'une GMAO,
- Présenter la méthodologie et les résultats de l'étude de benchmark des solutions GMAO pour a minima trois éditeurs dont les solutions intègrent ou permettent d'intégrer un SIG et dont les références clients comprennent des gestionnaires de réseau d'électricité.

L'un des trois éditeurs retenus ne possède pas à l'heure actuelle de société d'électricité ou de gestionnaire de réseau d'électricité dans ses références clients. La solution GMAO proposée par cet éditeur a néanmoins été intégrée dans cette étude de benchmark car mis à part ce point, les démonstrations ont permis de montrer qu'elle peut répondre aux besoins de sociétés d'électricité/gestionnaires de réseaux d'électricité.

Afin de répondre aux termes de référence de cette mission, qui préconise a minima trois éditeurs avec des solutions « étant déjà utilisées par des gestionnaires de réseau d'électricité » (dans le reste du document, il sera fait référence au terme « gestionnaire de réseau » étant entendu que sous ce terme est inclus ce qui correspond à la Direction Transport des sociétés d'électricité intégrées), la solution GMAO d'un quatrième éditeur, respectant ces exigences, a été intégrée à ce benchmark, avec des modalités de

comparaison similaires. La méthodologie mise en place pour réaliser cette étude de comparaison de logiciels GMAO et les solutions SIG associées est présentée dans le paragraphe 4.1 de ce rapport.

Dans le cadre de ce projet, le présent document sera associé à une restitution orale et partage sous forme de webinaire d'une durée d'une heure.

1.3. Clés de lecture du rapport

Comme indiqué précédemment, afin d'être le plus complet possible, le présent rapport ne se limite pas à la seule présentation des résultats de l'étude de benchmark des solutions GMAO. Il présente également les objectifs liés à l'implantation d'une solution GMAO, ainsi que les éléments à prendre en considération lors de la mise en place d'une telle solution.

Concernant les résultats de la comparaison des solutions GMAO, l'objectif de ce document n'est pas de mettre en avant une solution plus adaptée à un gestionnaire de réseau d'électricité plutôt qu'une autre, mais plutôt de présenter différentes solutions du marché qui permettent de répondre aux besoins spécifiques liés aux activités d'un gestionnaire de réseau d'électricité, et de mettre en avant les points à étudier dans le choix d'une solution GMAO. Il appartiendra ensuite à chaque gestionnaire de se faire son propre avis sur une solution plutôt qu'une autre, en fonction de critères multiples tels que ses exigences et besoins spécifiques ou encore les coûts d'implantation de la solution. De plus, la liste des solutions GMAO présentées dans ce rapport n'est pas exhaustive, il existe d'autres solutions du marché qui n'ont pas été étudiées et qui peuvent potentiellement répondre aux besoins de gestionnaires de réseau d'électricité.

Ce rapport s'articule en trois parties :

- La première partie (chapitre 2) présente les objectifs liés à la mise en place d'une GMAO,
- La deuxième partie (chapitre 3) présente les étapes d'implantation et les recommandations liées à la mise en place d'une GMAO,
- La troisième partie (chapitre 4) présente la méthodologie et les résultats de l'étude de benchmark.

Afin de faciliter la lecture de ce document, des encadrés de couleur associés à des icônes ont été utilisés pour faire ressortir les points clés :



Ces encadrés sont utilisés pour faire ressortir les informations les plus importantes, à retenir.



Ces encadrés sont utilisés pour indiquer des informations et recommandations spécifiquement liées aux activités de maintenance des gestionnaires de réseau d'électricité.

2. OBJECTIFS D'UNE GMAO

Préalablement à l'étude des solutions GMAO du marché, il est important de rappeler quel est le rôle d'une solution GMAO, et quels sont les objectifs liés à sa mise en place. Les informations présentées dans ce chapitre correspondent aux objectifs généralement recherchés par les gestionnaires de réseau d'électricité. Il conviendra à chaque gestionnaire cherchant à acquérir une solution GMAO de rédiger sa propre expression des besoins répondant à ses problématiques spécifiques, ce qui pourra ensuite l'orienter vers une solution plutôt qu'une autre.

2.1. Gestion des actifs

Les termes de « gestion des actifs », de « gestion d'actifs », d'« asset management » sont régulièrement associés aux solutions GMAO. Il s'agit dans ce paragraphe de bien distinguer la gestion **des** actifs de la gestion **d'**actifs.

La **gestion d'actifs**, également appelée par son nom anglais « asset management », est présentée et définie dans la norme ISO 55000 : « La gestion d'actifs implique d'équilibrer les coûts, les opportunités et les risques par rapport aux performances souhaitées des actifs, afin d'atteindre les objectifs de l'organisme. [...] De plus, elle permet l'application de méthodes d'analyse en vue de la gestion d'un actif aux différentes phases de son cycle de vie »¹.

La gestion d'actifs correspond à la mise en place d'un ensemble d'activités coordonnées, dans le but de réaliser de la valeur à partir d'actifs. Elle s'intéresse à l'actif sur la totalité de son cycle de vie, depuis la phase de R&D, d'investissement, de construction, jusqu'à son démantèlement et son remplacement en passant par la phase de maintenance. Il s'agit donc d'une vision plus large et d'un champ d'application plus ambitieux que la simple maintenance d'équipements physiques. Elle intègre notamment des modèles de monétisation du risque afin de calculer l'équilibre optimum « risques / coûts ». Les objectifs de gestion d'actifs doivent être alignés sur les objectifs de l'entreprise, en prenant en compte les défis, les priorités et les capacités de la société.

La **gestion des actifs**, quant à elle, concerne le processus utilisé par les entreprises pour planifier, gérer et optimiser les activités de maintenance, et ce aussi bien pour les activités de maintenance préventive que pour les activités de maintenance curative.



Une solution GMAO est un outil informatique destiné à la gestion **des** actifs. Elle permet de centraliser toutes les informations liées à la maintenance des équipements, des installations, ou des infrastructures et facilite la planification, l'exécution et le suivi des tâches de maintenance. Des rôles plus élargis peuvent être donnés à la GMAO, en lien avec des fonctionnalités spécifiques, mais ces logiciels ne sont pas directement destinés à réaliser de la gestion d'actifs (ou « asset management »).

A noter que les intitulés commerciaux de certains éditeurs utilisent parfois le terme d'asset management pour désigner un logiciel de GMAO...

¹ Extrait de la norme NF ISO 55000 de juillet 2014

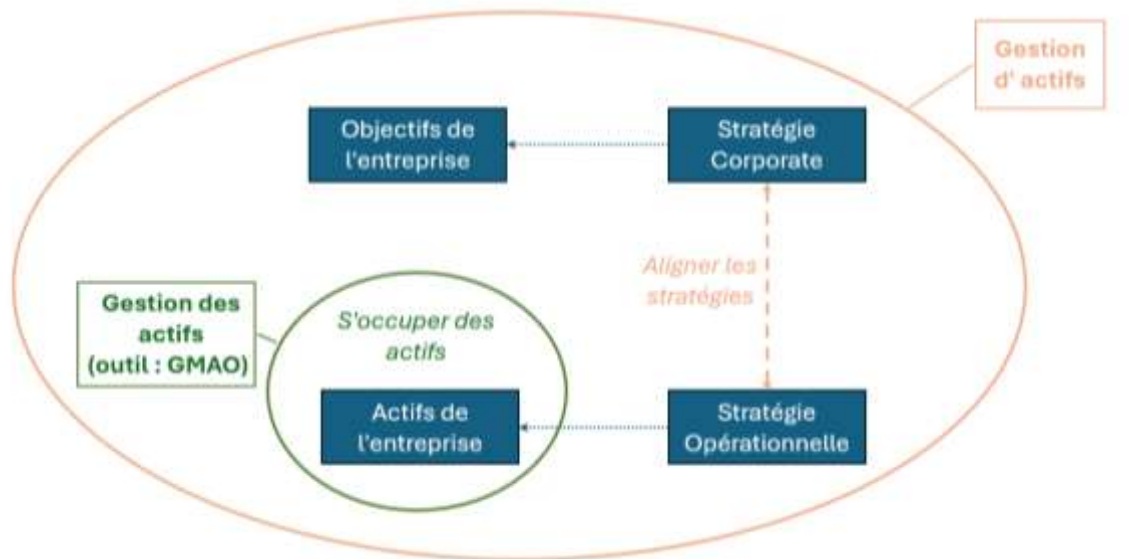


Figure 3 : Gestion d'actifs versus gestion des actifs

Les bénéfices attendus pour un gestionnaire de réseau d'électricité suite à la mise en place d'une solution GMAO sont nombreux, en lien avec l'optimisation de la maintenance :

- Faciliter la **mise en œuvre des politiques de maintenance** définies par le gestionnaire, et par conséquent optimiser la durée de vie des équipements : planification et suivi des interventions, gammes de maintenance préventive, ...
- **Réduire les coûts de maintenance** : optimisation de la gestion des stocks de pièces détachées, optimisation des ressources, ...
- **Faciliter la gestion des budgets** : suivi des dépenses liées aux interventions (main d'œuvre, pièces détachées, ...) en temps réel. Chaque intervention peut être associée à un coût et à un centre de coûts, ce qui permet d'avoir une vision détaillée des dépenses par équipement ou famille d'équipement, par site, par type d'intervention. Les coûts prévisionnels peuvent donc être comparés aux coûts réels tout au long de l'année.
- Permettre la **réalisation de bilans de comportement** sur les actifs du réseau grâce à un accès aux données patrimoniales nécessaires aux analyses : âge des actifs, historiques des interventions et des défaillances, éditions automatiques de rapports et analyses dont la fréquence et le contenu sont définis par le gestionnaire, ...
- **Améliorer la prise de décision**, avec la mise en place d'indicateurs de performance pour ajuster les stratégies de maintenance.
- **Assurer la traçabilité et l'historisation des informations** grâce à la base de données de la GMAO : données de patrimoine, historique du cycle de vie de chaque intervention, historique des défaillances ou déclenchements, ...

On voit donc qu'une solution GMAO occupe un rôle important pour un gestionnaire de réseau d'électricité, mais n'a pas pour vocation de couvrir tous ses périmètres d'activités. Pour obtenir un maximum de bénéfices d'une telle solution, il convient de s'assurer de ses capacités d'intégration avec les autres systèmes d'informations utilisés par l'entreprise, afin de permettre des échanges d'information entre les différents outils, pour créer une

gestion plus fluide et globale des processus mis en œuvre (cf. recommandations du paragraphe 3.2.1).

2.2. Fonctionnalités offertes

Les solutions GMAO offrent de multiples fonctionnalités, présentées dans le schéma ci-dessous :



Figure 4 : Fonctionnalités offertes par une solution GMAO

Les principales fonctionnalités, présentées sur la figure précédente, sont couvertes par la majorité des éditeurs de solution GMAO du marché, avec néanmoins des modes de fonctionnement et des degrés de perfectionnement qui diffèrent d'une solution à l'autre. Toutes ces fonctionnalités peuvent être regroupées en trois grandes catégories :

- La description du patrimoine d'actifs,
- Le suivi des interventions,
- La gestion des stocks.

2.2.1. La description du patrimoine d'actifs

La connaissance de son patrimoine est fondamentale dans la gestion des actifs pour un gestionnaire de réseau d'électricité. Cette connaissance du patrimoine permet de gérer toutes les échelles du programme de gestion des actifs :

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

- A sa granularité la plus fine, elle permet de maintenir au plus juste ses actifs, via des politiques de maintenance ciblées,
- Elle permet également d'avoir connaissance du comportement de ses actifs, ce qui permet ensuite d'alimenter des modèles de comportements,
- Elle permet également, au niveau macroscopique, d'avoir une vision précise des charges d'activités à venir,
- Enfin, elle permet d'avoir une vision budgétaire prévisionnelle consolidée en liant les données patrimoniales avec les données budgétaires associées.

Dans les solutions GMAO du marché, la description du patrimoine d'actifs est généralement proposée sous forme d'arborescences, composée d'« équipements » associés à des « attributs ».

Un **équipement** correspond à un objet sur lequel il est possible de réaliser une action (Ordre de Travail, Demande d'Intervention, ...). Les équipements peuvent être classés dans les arborescences selon différents critères, tels que leur localisation, leur fonction, ...

Un équipement est caractérisé par des **attributs**, qui permettent de décrire les caractéristiques techniques de l'équipement : date de mise en service, numéro de série, niveau de tension, coordonnées GPS, ... Il n'est pas possible de réaliser une action sur un attribut. Les attributs sont à compléter lors de la création d'une fiche équipement ou lors de mises à jour. Ils se présentent sous la forme de champs à remplir par l'utilisateur. Le modèle de fiche équipement et les attributs sont à définir par l'utilisateur lors du paramétrage de la solution. Il est également généralement possible d'associer de la documentation aux fiches équipements.

En fonction des besoins de chaque gestionnaire, il s'agit donc de trouver le juste niveau et la bonne profondeur de description des actifs dans la base de données de la solution GMAO pour permettre son utilisation optimale. Voici quelques exemples de questions à se poser pour la description du patrimoine dans la GMAO, appliqués aux lignes aériennes, pour illustrer la profondeur de raisonnement à avoir lors de la phase d'élaboration des arborescences :

Est-il intéressant de décrire une ligne aérienne par canton ? ou bien par portée ? Faut-il différencier les phases ou simplement indiquer le nombre de phases en attribut ? Les balises avifaune doivent-elles être décrites comme un équipement ? Ou indiquées en attribut de l'équipement conducteur (présence oui/non) ?



Les gestionnaires de réseau d'électricité ont la spécificité de gérer des lignes électriques (liaisons aériennes, souterraines, sous-marines) : il conviendra donc de s'assurer que la solution GMAO retenue permette la bonne description de ces actifs qui ont la particularité d'être de type linéaire et non pas ponctuel.



Pour obtenir le maximum de bénéfices d'une solution GMAO, il est important que la description des actifs de l'entreprise, à travers les arborescences, soit cohérente avec les politiques de maintenance, de réhabilitation et de renouvellement que l'entreprise souhaite mettre en place. Il s'agira de trouver le bon niveau de description pour permettre le juste équilibre entre le gain obtenu par une fine modélisation versus la complexité d'utilisation de la solution pour les utilisateurs (multiplication du nombre d'équipements et d'Ordres de Travail, complétude des données, ...).

2.2.2. Le suivi des interventions

Un outil GMAO permet la planification, le suivi et l'historisation des interventions sur le réseau. Les interventions sont gérées par des « **Ordres de Travail (OT)** ». On utilise le terme de « **Demande d'Intervention (DI)** » (ou « Demande de Travaux » dans certaines solutions) pour relever les situations nécessitant une potentielle intervention : par exemple suite à une visite de ligne, le technicien pourra créer une DI pour chaque anomalie constatée.

On utilise le terme de « **workflow** » pour décrire une série d'étapes associées à un ordre de travail ou à une demande d'intervention, qui permet de décrire et de suivre le cycle de vie complet de l'OT ou de la DI de sa création à sa clôture en passant par sa planification et sa réalisation. A chaque étape du cycle de vie, est associé un statut de l'OT (ou de la DI), ce qui facilite le suivi de chacune des étapes. Les solutions GMAO ont des workflows standards, qui peuvent être adaptés et paramétrés pour répondre aux besoins spécifiques de l'entreprise.

Pour mettre en œuvre ces workflows dans une solution GMAO, le gestionnaire de réseau devra donc réfléchir aux processus et cycles de vie qu'il souhaite mettre en place concernant les OT et les DI pour correspondre à son organisation et son mode de fonctionnement (les différentes étapes, le processus de validation, ...). Il est donc nécessaire :

- D'identifier correctement toutes les étapes du cycle de vie d'un OT (respectivement d'une DI) et toutes les options possibles, afin que la solution GMAO puisse être correctement configurée,
- De choisir une solution GMAO dont la configuration des workflows permet de traduire informatiquement les processus à mettre en place.



Pour obtenir le maximum de bénéfices d'une solution GMAO, il est important que l'entreprise ait établi des processus clairs afin de pouvoir ensuite les implanter dans la solution GMAO. Cela implique la bonne compréhension des besoins de l'entreprise et des utilisateurs finaux ainsi que la définition des rôles et responsabilités des différents acteurs. Une solution GMAO sans processus clairement définis ne pourra pas être configurée correctement et utilisée efficacement.

Parmi les autres fonctionnalités usuelles d'une solution GMAO liées au suivi des interventions, on trouve les gammes de maintenance. Ces gammes permettent de créer des OT déjà préremplis avec entre autres les instructions détaillées décrivant les tâches à réaliser, les outils, pièces et véhicules nécessaires et les compétences requises. Ces gammes permettent également de générer automatiquement les OT en fonction des fréquences ou autres conditions spécifiques définies et paramétrées dans l'outil pour alimenter le plan de maintenance annuel.



Une spécificité des gestionnaires de réseau d'électricité est d'essayer de regrouper des interventions en fonction de leur impact lors de la planification des opérations, afin de minimiser le nombre de retraits d'ouvrages de la conduite des réseaux. Il pourra donc être intéressant que la solution GMAO retenue offre la possibilité de regrouper des OT pour faciliter leur planification.

Les solutions GMAO permettent également la génération de rapports, bilans et indicateurs de performance dans le but de faciliter le pilotage et d'analyser la performance de la maintenance. Les tableaux de bord sont en général personnalisables selon les différents profils utilisateurs, avec des alertes configurables. Il peut être intéressant à ce sujet de s'assurer de la compatibilité de la solution GMAO avec l'outil Power BI, qui permet de structurer et d'analyser les données afin de produire des rapports visuels et des tableaux de bord interactifs.

2.2.3. La gestion des stocks

La gestion des stocks consiste en la gestion des pièces de rechange et consommables, associée aux réapprovisionnements pour respecter les seuils minimums définis. Il est en général possible dans les différentes solutions GMAO de gérer le stock soit site par site, soit globalement pour l'ensemble des sites. Sur chaque site, le stock peut être subdivisé en magasins, chacun ayant ses propres règles de gestion (approvisionnement, valorisation, fournisseurs, ...). La GMAO permet la mise à jour automatique des stocks, par exemple lors d'une sortie d'article associée à un Ordre de Travail.

A noter que de nombreuses solutions proposent une gestion des articles en stock par un système de QR codes à scanner.

Les solutions GMAO intègrent également la gestion des achats associée à la gestion des stocks, avec des fonctions de demande d'achat, de commande et de devis. Il est par exemple possible de configurer un réapprovisionnement automatique qui permet la création de demandes d'achat pour tous les articles dont la quantité minimum a été atteinte. Les valeurs d'achats par fournisseur peuvent également être renseignées lors du passage des commandes et des réceptions.



La majorité des solutions GMAO ont à l'origine été pensées pour répondre aux besoins de clients industriels, pour lesquels la gestion des stocks est une activité fondamentale et qui peut s'avérer beaucoup plus complexe que la gestion des stocks pour un gestionnaire de réseau d'électricité. Le panel de fonctionnalités liées à la gestion des stocks est donc en général très complet dans les solutions GMAO du marché au regard des besoins d'un gestionnaire de réseaux d'électricité.

2.3. Le SIG

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un outil informatique servant à créer, gérer, analyser, cartographier et stocker tout type de données. Le SIG associe les données à des fonds de carte et intègre des données de localisation à toutes sortes d'informations descriptives. Les cartes permettent une meilleure visualisation de l'emplacement des équipements, des interventions et des demandes d'interventions, des accès aux ouvrages, de l'environnement. Il y a donc une grande complémentarité entre SIG et GMAO, et leur utilisation combinée s'avère être d'une grande plus-value.



**Figure 5 : Exemple de
représentation de lignes et de
pylônes sur un SIG**

Un SIG est notamment utile pour les entreprises dont les actifs sont disséminés sur un vaste territoire, ce qui est le cas pour les gestionnaires de réseau d'électricité, en particulier pour les lignes aériennes, qui s'étendent sur des kilomètres dans le domaine public, et plus encore pour la gestion des câbles souterrains, qui ne sont pas visibles et dont les tracés permettent une localisation précise, et même indispensable pour les liaisons sous-marines dont les tracés peuvent évoluer au cours du temps (mouvements des câbles dans l'eau).

Plus en détail, un SIG lié à la GMAO peut permettre de :

- Localiser un équipement sur une carte,
- Afficher les données relatives à un équipement et les sous-équipements associés sur la base de son emplacement géographique,
- Créer des Ordres de Travail et des Demandes d'Intervention géolocalisées sur un équipement,
- Visualiser des OT et des DI en cours sur la zone géographique de recherche,
- Afficher/masquer des « couches » géographiques : cela peut par exemple être utile pour la gestion de la végétation, ou encore pour identifier des proximités (routes, habitations, ...).

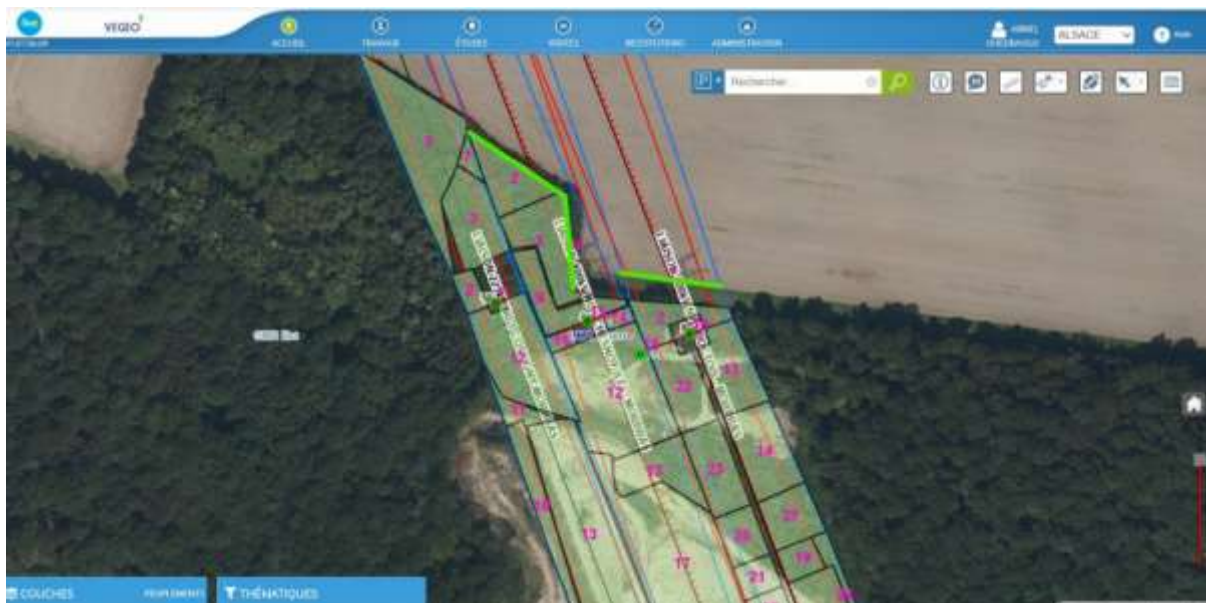


Figure 6 : Illustration du SIG VEGEO pour le suivi de la végétation à RTE

Un certain nombre de solutions GMAO proposent nativement un lien vers un SIG connecté à la base de données de la GMAO. Cela permet un échange de données automatique entre GMAO et SIG. Plus précisément, on trouve deux types de SIG pouvant être associés à une GMAO :

- Des SIG nécessitant l'achat de licences, développés par des éditeurs différents des éditeurs de GMAO. Il s'agira alors de mettre en place les passerelles d'échanges entre les deux applications (cf. point de vigilance dans le paragraphe 3.3). La solution SIG la plus connue et utilisée mondialement étant la solution ArcGIS développée par ESRI.
- Des SIG Open Source (sans licence) donc moins onéreux que les solutions à licences, mais qui ne permettent souvent pas autant de possibilités. Selon les besoins des gestionnaires de réseau, ces solutions peuvent être satisfaisantes. Certaines GMAO proposent nativement les fonctionnalités liées à ces SIG Open Source, d'autres nécessitent une configuration spécifique avec développement informatique pour leur mise en place.



Il peut être intéressant d'accéder aux cartes et données du SIG en mobilité (téléphone ou tablette). Cela peut par exemple faciliter l'accès aux ouvrages, visualiser les données géographiques, réaliser des demandes d'intervention en se basant sur la géolocalisation. Il faudra alors s'assurer que la solution mobile associée à la GMAO puisse embarquer ces données et permette leur affichage.

3. IMPLANTATION D'UNE GMAO

Ce chapitre présente les différentes étapes d'implantation d'une GMAO et les recommandations associées afin d'obtenir le maximum de performance de la solution.

3.1. Configuration de la solution

3.1.1. Notions d'« éditeur » et d'« intégrateur »

L'**éditeur** d'une solution GMAO est l'entreprise ayant développée (ou rachetée) la solution GMAO. Par exemple, concernant l'étude de benchmark présentée dans le chapitre 4, les éditeurs de solutions sont Berger/Levrault pour la solution CARL, Hexagon pour la solution HxGN EAM, IBM pour la solution Maximo et Siveco Group pour la solution Coswin 8i.

Les éditeurs sont en charge du bon fonctionnement de la solution, ils réalisent des montées de version logiciel pour améliorer leur solution, et vendent leurs produits aux clients.

L'**intégrateur** d'une solution GMAO est une entreprise en charge de l'implémentation d'une solution GMAO chez le client. Cette mise en place comprend :

- La mise en œuvre de la solution, de la phase d'installation jusqu'à la formation des utilisateurs,
- Le développement d'interfaces avec les autres systèmes d'information de l'entreprise (ERP, SCADA, ...),
- Les configurations et personnalisations pour répondre aux besoins spécifiques du client,
- La migration des données de patrimoine vers la nouvelle base GMAO,
- Une offre de maintenance : maintien de l'application, de ses performances, de son optimisation, de sa disponibilité.



Figure 7 : Etapes d'intégration d'une solution GMAO*

* Les étapes d'intégration présentées dans la figure précédente sont données à titre d'exemple et leur ordonnancement peut varier en fonction des spécificités du projet et des besoins de l'entreprise.

A noter que certains éditeurs peuvent aussi jouer le rôle d'intégrateur.

3.1.2. Notions de « paramétrage » et de « développement »

On parle de « **fonctionnalités natives** » de la solution GMAO pour désigner les fonctionnalités conçues et fournies par l'éditeur du logiciel dans sa version standard. Les fonctionnalités natives sont supposées stables et mises à jour régulièrement par l'éditeur.

On distingue deux niveaux d'adaptation d'une solution GMAO aux besoins de l'entreprise, dont les avantages et inconvénients sont synthétisés dans le tableau présent à la fin de ce paragraphe.

Le premier niveau est le **paramétrage**. Le paramétrage permet la configuration d'un logiciel sans avoir à en modifier le code source. Cela correspond donc à la configuration des fonctionnalités natives de la solution. Il est généralement utilisé pour modifier l'ergonomie de l'affichage des différentes fenêtre utilisateurs, ou encore créer les différentes étapes des Workflows conformément aux possibilités offertes par le logiciel. Les opérations de paramétrage peuvent la plupart du temps être accessibles pour un utilisateur confirmé et formé ayant un profil de type administrateur.

Le deuxième niveau est le **développement spécifique**. Ce dernier ne peut être réalisé que par l'intégrateur : en effet, il implique la création ou la modification du code source d'un logiciel, dans le langage de programmation adapté (Java, Python, ...). Il implique donc des compétences en programmation. Il est utilisé pour créer des nouvelles fonctionnalités qui ne sont pas intégrées nativement dans l'outil, ou pour résoudre des problématiques spécifiques complexes.

	Paramétrage	Développement
Avantages	• Rapide à mettre en œuvre : il s'agit de configurer des fonctionnalités existantes, sans modifier le code source • Coût relativement limité : selon les cas, il peut même être réalisé par une personne formée de l'entreprise (profil administrateur) • Compatible avec les montées de version du logiciel	• Permet une personnalisation totale, avec des fonctionnalités sur mesure qui répondent exactement aux besoins spécifiques de l'entreprise • Permet d'implémenter des nouvelles fonctionnalités non disponibles nativement dans la solution GMAO
Inconvénients	• Personnalisation limitée aux capacités du logiciel • En fonction de la solution GMAO, les capacités de paramétrage offertes à l'utilisateur sont plus ou moins limitées par l'éditeur	• Coût élevé (temps, compétences techniques, ...) • Nécessite des ressources externes (intégrateur) • Non testé par l'éditeur, donc potentiellement sujet à des bugs ou des vulnérabilités de sécurité • La maintenance et les évolutions peuvent être complexes, notamment lors des montées de versions du logiciel

Tableau 1 : Avantages et inconvénients du paramétrage et du développement

3.2. Recommandations d'implantation de la solution

3.2.1. Interopérabilité

Une solution GMAO ne peut fonctionner de manière isolée, sous réserve de ne pas donner toute la mesure de son potentiel. Elle doit s'intégrer dans l'urbanisme SI de l'entreprise. Cet urbanisme SI peut par exemple comporter :

- Un logiciel ERP (Enterprise Resource Planning), qui permet de centraliser et d'optimiser les processus métiers d'une entreprise, pour la gestion des finances, de la comptabilité et des ressources humaines,
- Un logiciel SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), qui permet la surveillance du réseau électrique,
- Un logiciel GED (Gestion Electronique des Documents),
- Un logiciel de gestion de la qualité,
- Un SIG,
- ...

L'**interopérabilité** permet de garantir la capacité de chacune des applications à communiquer avec d'autres applications, provenant potentiellement d'autres éditeurs de logiciels. Pour cela, l'intégration de la solution GMAO dans le SI de l'entreprise nécessite une définition claire des règles d'urbanisme : il s'agit d'élaborer des définitions partagées afin d'assurer la cohérence et l'alignement des terminologies. Autrement dit, tout le monde doit parler le même langage.



Il est important que la solution GMAO retenue puisse s'intégrer « facilement » dans l'urbanisme SI de l'entreprise, afin de permettre la communication et les échanges entre les différentes bases de données pour pouvoir alimenter un logiciel à partir d'un autre. C'est un **facteur clé** de la réussite de la mise en place d'une GMAO.

Il s'agit donc d'être vigilant à la compatibilité des protocoles d'intégration des différents logiciels lors de l'acquisition d'un nouvel outil informatique.

De plus, cette interopérabilité permet d'**éviter le doublon des données** dans plusieurs outils et bases de données associées. En effet, les doublons de données entraînent une perte de productivité, avec du temps à consacrer pour gérer les informations redondantes nécessaire à la mise à jour de plusieurs bases de données, et avec le risque de ne pas mettre à jour correctement toutes les bases de données suite à une modification.

Pour éviter ces doublons de données, outre la compatibilité des protocoles, il est fortement recommandé d'utiliser une **codification informatique unique** pour les actifs, identique dans tous les outils SI. Cela permet ainsi d'identifier facilement un actif dans les différents outils.

3.2.2. Complétude des données

La complétude des données fait référence à l'état de remplissage de la base de données de manière complète, exacte et disponible, selon le niveau de description voulu par l'entreprise. On distingue deux types de complétude :

- La complétude des objets (équipements, ordres de travail, ...), c'est-à-dire la présence de tous les équipements dans la base de données selon la granulométrie choisie, la présence d'OT associés à chacune des interventions,
- La complétude des attributs (par fiche équipement, par OT, ...) : une fiche est considérée comme complète lorsque tous les champs sont remplis avec les informations nécessaires pour être utilisable.

Exemple :

Une fiche équipement est considérée comme complète lorsque tous les attributs relatifs à cet équipement sont correctement renseignés (nom, codification, numéro de série, date de mise en service, ...).

Un Ordre de Travail clôturé est considéré comme complet lorsqu'il contient tous les éléments nécessaires de l'intervention (date d'intervention, nom des techniciens, compte-rendu d'intervention, ...).



La complétude des données est fondamentale pour permettre une utilisation efficace d'une solution GMAO. En effet, pour planifier des interventions et plus encore pour réaliser les analyses budgétaires et les bilans de comportement, il est nécessaire que les équipements concernés soient décrits correctement dans la base de données. De plus, la fiabilité des indicateurs de performance peut être faussée par des données incomplètes ou manquantes.

Le taux de complétude est un indicateur à mettre en place pour suivre le remplissage de la base de données.

La complétude de description des actifs demande une mobilisation ponctuelle forte de moyens (moyens financiers et ressources humaines) pendant la phase de mise en place de la solution, puis récurrente pendant la phase d'exploitation de la solution. Une phase de migration est prévue au démarrage par l'intégrateur afin de passer les données d'un éventuel ancien système vers la base de données de la nouvelle GMAO. Cette phase de migration peut être plus moins efficace car elle dépend de la disponibilité des données à injecter.

En fonction du niveau de complétude obtenu à l'issue de cette phase de migration, différents efforts doivent être consentis :

- Continuer la phase de migration et initialisation de données si cette phase n'a pas atteint une couverture suffisante (par exemple si tous les ouvrages n'ont pas été décrits dans la GMAO ou si certains ouvrages ne l'ont été faits que superficiellement),
- Entretenir le niveau de complétude au fil de l'eau.

Les processus à mettre en place pour ces deux phases ne sont pas les mêmes.

Phase de migration/initialisation	Phase d'entretien
• Cette action est cadrée dans le temps. • Un responsable doit être nommé. • Une analyse de la complétude de la GMAO doit être effectuée. • Un recensement des données manquantes doit être fait. • Pour chacune des données manquantes, le circuit d'acquisition de la donnée doit être défini : Où se trouve l'information ? Sous quel format ? • Si l'information n'est pas immédiatement disponible, quels moyens doit-on mettre en place pour l'acquérir ? <i>Exemple : Mise en place de campagnes de recensement.</i>	• Cette action est continue et doit être prévue en charge récurrente. • L'analyse de la complétude doit être suivie via des indicateurs. • La configuration de la GMAO doit faciliter le maintien de la complétude (ergonomie de la saisie, champs obligatoires, listes déroulantes, application mobile, ...). • Tous les acteurs doivent être sensibilisés à l'importance de la complétude de la donnée.

Tableau 2 : Les processus de complétude d'une base de données GMAO

3.2.3. Ergonomie de la solution

L'ergonomie de la solution GMAO est un point essentiel à prendre en compte lors du choix de la solution. En effet, même si une solution possède toutes les fonctionnalités nécessaires, une ergonomie complexe pour les utilisateurs sera un frein à l'utilisation de l'outil. L'ergonomie de la solution GMAO doit permettre un maximum d'efficacité (accomplir les actions correctement, rapidement, avec un minimum d'effort) et il est préférable que la solution soit attrayante pour être favorablement accueillie par les utilisateurs.

L'ergonomie d'une solution GMAO peut être jugée selon plusieurs critères :

- La lisibilité des informations : il s'agit d'éviter la surcharge d'informations, d'avoir une uniformité des interfaces avec une charte graphique cohérente, ...
- L'aide utilisateur : cela peut passer par des repères visuels, des instructions claires, des icônes, des libellés compréhensibles, des champs colorés ou grisés pour déterminer les informations à remplir ou à ne pas remplir, des messages de confirmation ou d'erreur explicites, ...
- La possibilité de concevoir des interfaces personnalisées selon les profils utilisateurs : cela permet d'alléger les interfaces en ne ciblant que les informations et fonctionnalités nécessaires pour chaque profil utilisateur. Les informations peuvent être filtrées par type de métier (technicien, chef de service, ...), par domaine (ligne, poste, ...) ou par zone géographique,
- L'accessibilité des actions à effectuer : nombre de clics de souris pour effectuer une action ou pour accéder à une information, raccourcis, barre de recherche, ...
- Le temps de réponse de l'outil : la solution doit fonctionner rapidement, de manière fluide, avec un minimum de temps de latence entre les actions utilisateurs,
- L'adaptation de l'outil aux différents supports (ordinateur, tablette, smartphone).



Concernant les applications mobiles, il est préférable pour des gestionnaires de réseau d'électricité de privilégier une solution sur tablette plutôt qu'une solution sur smartphone. En effet, l'affichage sur tablette semble être plus adapté aux interventions de maintenance auxquelles un gestionnaire de réseau est confronté.

L'utilisation des tablettes peut être associée à un harnais, ce qui permet d'éviter que la tablette ne tombe par terre et offre aussi la possibilité aux intervenants de se servir de leurs deux mains tout en ayant la tablette accessible.

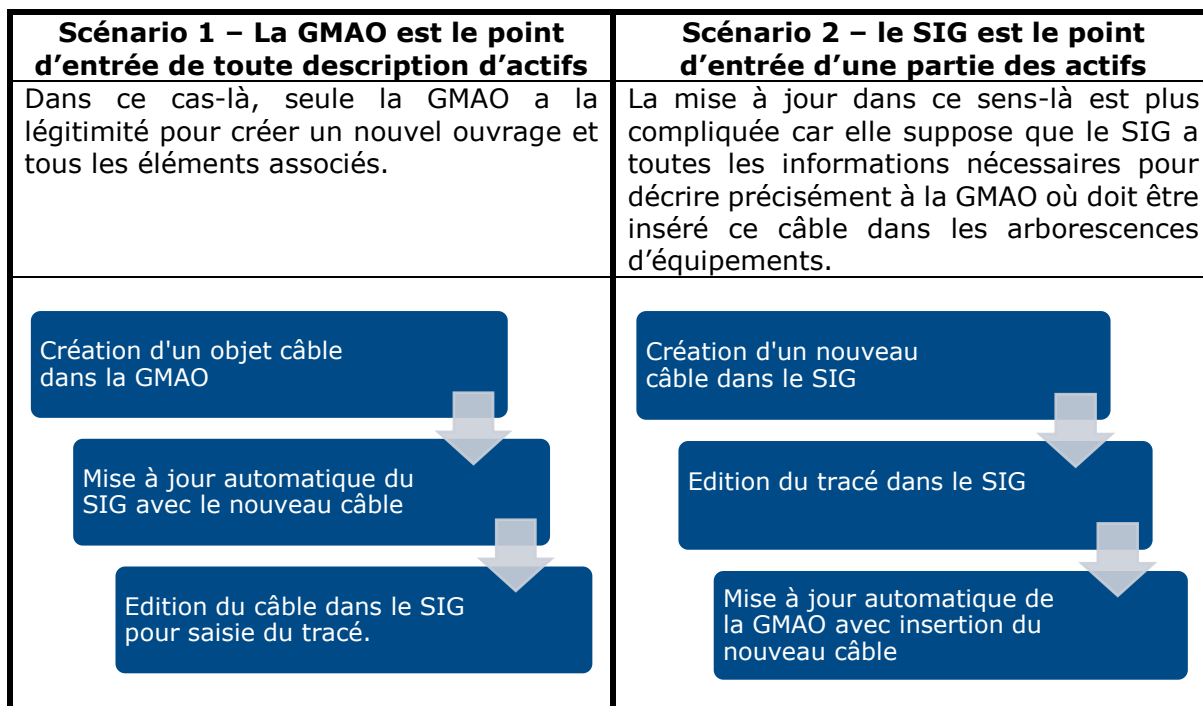
Chaque solution GMAO possède ses spécificités concernant l'ergonomie, avec les avantages et inconvénients associés. Il appartiendra aux futurs utilisateurs de se faire leur propre opinion en fonction de leurs besoins. De plus, un important travail de paramétrage sera à mettre en place une fois la solution retenue, pour configurer au mieux la solution à chaque profil utilisateur.

3.3. Implantation d'un SIG lié à la GMAO

Lors de l'implantation d'un SIG, il est nécessaire de s'assurer de son interopérabilité avec la solution GMAO, afin que les deux outils puissent facilement partager des informations de leur base de données respectives. Le SIG doit par exemple pouvoir afficher des actifs décrits dans la GMAO sur une carte. Réciproquement, la GMAO doit être en mesure de pouvoir récupérer une demande d'intervention faite à partir de la carte du SIG (points chauds lors d'une visite thermographique, ...).

Lorsque le SIG n'est pas directement intégré dans la solution GMAO, il conviendra de se poser la question suivante : lequel de ces deux outils informatiques est maître de la donnée ? Il doit y avoir une synchronisation parfaite entre la GMAO et le SIG afin de garantir à tous niveaux l'association entre les deux représentations du même actif, en mode attributaire dans la GMAO et géographique dans le SIG.

Deux scénarios sont envisageables :



Les deux points fondamentaux à retenir, pour l'intégration du SIG dans la GMAO, sont les suivants :

- La vision géographique doit être disponible directement dans l'outil de GMAO (intégrée ou en lien dynamique) car elle fait partie intégrante de la description.
- Un seul des deux systèmes doit être habilité à générer un nouvel équipement.

3.4. Hébergement de la solution

On distingue deux modèles d'hébergement d'une solution GMAO.

Le premier modèle est l'hébergement « **SaaS** (Software as a Service) » : l'application est gérée sur des serveurs distants appartenant à l'éditeur et accessibles par Internet. Ce modèle utilise généralement un cloud pour partager le stockage des données. L'entreprise utilisatrice n'a donc pas besoin de serveurs pour installer la solution en interne, l'utilisateur paie un abonnement annuel (dépendant du nombre de licences) pour avoir accès à l'application via internet.

Dans un mode SaaS, le logiciel est donc hébergé et maintenu par l'éditeur. Un accès Internet est indispensable pour avoir accès à l'application.

Le deuxième modèle est l'hébergement « **On Premise** », qui signifie que le logiciel est installé et hébergé sur les serveurs de l'entreprise. L'entreprise est responsable de la gestion de l'infrastructure, de la maintenance et de la sécurité de ses serveurs. L'achat du progiciel est permanent, seuls les frais de maintenance sont à considérer annuellement.

Critère	Modèle SaaS	Modèle On Premise
Mode d'hébergement	Serveurs de l'éditeur (cloud)	Serveurs de l'entreprise
Licences	Abonnement annuel	Achat initial uniquement puis redevance annuelle pour la maintenance logiciel
Accès	Par Internet depuis n'importe quel poste	Par le réseau local (ou via un VPN pour les accès externes)
Mises à jour logiciel	Automatiques	Manuelles
Personnalisation	Limitée	Forte
Sécurité	Gérée par le fournisseur	Gérée par l'entreprise

Tableau 3 : Modèles SaaS et On Premise

3.5. Ressources à mettre en place

3.5.1. Le nombre d'utilisateurs et de licences

Lors de l'acquisition d'une solution GMAO, il est nécessaire de déterminer le nombre d'utilisateurs de la solution pour calculer le nombre de licences à acheter.

Selon les éditeurs, plusieurs types de licences peuvent être utilisés.

Le premier type de licence est la **licence utilisateur nommé**. Chaque utilisateur doit disposer de sa propre licence pour pouvoir utiliser la solution. Les utilisateurs peuvent se connecter et utiliser le logiciel sur différents appareils, mais il ne peut y avoir qu'un utilisateur pour une licence donnée.

Le deuxième type de licence est la **licence flottante**. Le principe de la licence flottante est de permettre le partage d'une licence entre plusieurs utilisateurs, à condition que la connexion à l'outil ne soit pas simultanée. Le nombre d'utilisateurs pouvant se connecter en même temps est donc limité par le nombre de licences flottantes disponibles. Cette solution offre donc l'avantage de réduire les coûts en partageant des licences entre plusieurs utilisateurs, mais demande un bon dimensionnement du besoin pour éviter le blocage d'accès à l'outil en cas d'utilisateurs simultanés trop nombreux.

De plus, certains éditeurs proposent des licences avec des fonctionnalités restreintes, notamment pour les utilisateurs d'applications mobiles. On trouve par exemple des licences de type « technicien » où ces derniers peuvent uniquement visualiser les interventions et remplir les comptes-rendus s'y rapportant, ou encore des licences pour permettre la création de Demandes d'Interventions.

3.5.2. Les administrateurs

Pour une bonne organisation de l'entreprise autour de la GMAO, il est important de nommer et former (cf. paragraphe suivant) un ou des administrateurs de la solution.

On distingue deux types de profil administrateurs :

- Les **administrateurs techniques**, ayant plutôt un profil SI, responsables de la gestion des serveurs. Ils sont également en appui et validation des paramétrages

et développements réalisés sur l'outil. Ils sont en lien direct avec l'intégrateur en cas de problèmes détectés sur l'application,

- Les **administrateurs fonctionnels**, également appelés « super users » ou « key users ». Ils ont un profil d'expert métier, et sont formés sur les fonctionnalités de la GMAO et ses spécificités par l'intégrateur. Ils sont en charge du paramétrage et de la bonne configuration de l'outil en lien avec les administrateurs techniques, de la gestion des différents profils, de la mise à jour des indicateurs et tableaux de bord, ... Ils peuvent également assurer les sessions de formation des utilisateurs de la GMAO selon l'organisation choisie.



Il conviendra à l'entreprise de définir et rédiger la note d'organisation fonctionnelle précisant les rôles et responsabilités liés à l'utilisation de la GMAO, en particulier les rôles des administrateurs. Cette note permettra entre autres de définir le partage des périmètres et les droits d'accès (en lecture seule, écriture ou validation) en fonction des différents profils.

3.5.3. La formation

La formation des utilisateurs est une étape indispensable lors de la mise en place d'une solution GMAO. Comme indiqué précédemment dans le paragraphe 3.1.2, l'intégrateur propose des sessions de formation lors de la mise en place de la solution dans l'entreprise. Deux stratégies peuvent être envisagées :

- Formation par l'intégrateur de tous les utilisateurs de la solution, ce qui implique un coût plus élevé mais pas de ressources internes à prévoir pour réaliser les sessions de formation,
- Formation par l'intégrateur des supers utilisateurs, qui seront ensuite en charge de démultiplier les sessions de formation aux autres utilisateurs. Cette solution est moins onéreuse que la précédente, mais nécessite de détacher du temps aux super utilisateurs pour réaliser ces sessions de formation.

3.6. Coûts d'implantation d'une solution GMAO

- Les coûts d'investissement et d'exploitation d'une solution GMAO dépendent de multiples variables :
- Le mode d'hébergement de la solution (SaaS ou On Premise),
- Le nombre de licences,
- Les options souscrites (fonctionnalités optionnelles, application mobile, SIG, ...),
- Le paramétrage et surtout les éventuels développements spécifiques à réaliser,
- Le nombre d'utilisateurs à former,
- ...

De fait, ce rapport ne présente pas d'estimation de budgétisation. Les devis seront à demander aux éditeurs ou intégrateurs et seront élaborés sur mesure en fonction des besoins et exigences de chaque projet.

4. RESULTATS DU BENCHMARK DES SOLUTIONS GMAO

Ce chapitre présente les résultats de l'étude de benchmark menée pour comparer différentes solutions GMAO du marché : méthodologie de réalisation de l'étude, présentation des solutions étudiées et des éditeurs de ces solutions, comparaison des solutions entre elles, avis des experts métier RTE international de la maintenance des réseaux de transport d'électricité suite aux sessions de démonstration.

4.1. Méthodologie de réalisation du benchmark

Le contexte de réalisation de cette étude de benchmark a été présenté en introduction de ce rapport (cf. paragraphe 1.2.).

Dans un premier temps, un rapport d'évaluation des besoins a été rédigé pour identifier les besoins des GRT concernés pour l'implémentation d'une solution GMAO. Cette étape est très importante lors d'un projet d'acquisition d'une solution GMAO : elle permet de cibler les besoins pour le choix de la solution, ce qui facilite par la suite le travail de sélection de la solution la plus adaptée. De plus, ce rapport pourra ensuite être repris et complété pour rédiger le cahier des charges avec les spécifications techniques et fonctionnelles.

Suite à la rédaction de ce rapport d'évaluation des besoins, des éditeurs de GMAO pressentis pour répondre à ces besoins ont été sélectionnés. En effet, il existe une multitude d'éditeurs proposant des solutions GMAO sur le marché. Les éditeurs ont été sélectionnés selon différents critères : références clients dans le domaine de l'électricité, plaquette commerciale, premiers échanges avec les responsables commerciaux. Cette étape a permis de sélectionner 6 éditeurs de solutions GMAO.

Des entretiens exploratoires ont ensuite été menés avec ces six éditeurs : envoi du rapport d'évaluation des besoins aux éditeurs puis échanges avec les responsables commerciaux sur les différentes fonctionnalités proposées, l'ergonomie de la solution, les étapes de mise en place de leur solution, ... Cette étape a permis de retenir quatre éditeurs. Deux éditeurs n'ont pas été retenus à ce stade :

- L'une des solutions ne permettait pas une description satisfaisante des actifs d'un réseau électrique : gestion du patrimoine par « mots clés » uniquement, pas par arborescences,
- L'autre solution nécessitait trop de développements spécifiques pour répondre aux besoins exprimés (solution non mature, en cours de développement).

Un atelier de démonstration appliqué à un cas école de maintenance des réseaux d'électricité a ensuite été demandé à chacun des quatre éditeurs restants. Pour cela, une base de données fictive au format Excel décrivant une ligne aérienne et ses pylônes a été transmise aux éditeurs pour migration dans leur solution. Le cas école demandé lors des démonstrations est présenté en Annexe 1 de ce document. Afin d'objectiver au mieux la comparaison, le même cas école a été proposé aux différents éditeurs. Des experts métiers maintenance de RTE international ont été invités pour participer à ces ateliers de démonstration et donner leur retour, avec une attention particulière sur les points suivants :

- Description du patrimoine d'actifs,
- Suivi des interventions,
- Suivi documentaire,
- Gestion des stocks,
- Solution SIG intégrée,
- Ergonomie de la solution.

En parallèle, le cahier des charges a été envoyé aux différents éditeurs pour s'assurer de la couverture des exigences demandées. Les éditeurs ont renvoyé ce cahier des charges précisant pour chacune des exigences les capacités de leur solution (exigence native, exigence paramétrable, exigence nécessitant du développement spécifique, exigence nécessitant l'acquisition de modules optionnels, exigences non couvertes par la solution).

Seules trois des quatre solutions sont présentées dans ce rapport, la dernière solution étant trop en écart avec les attendus d'une GMAO pour un gestionnaire de réseau d'électricité, en particulier sur le SIG intégré.

Un quatrième éditeur répondant aux principaux critères demandés pour un gestionnaire de réseau d'électricité a ensuite été intégré à ce benchmark selon des modalités de comparaison similaires.

La méthodologie mise en place pour la réalisation de cette étude de benchmark est synthétisée dans la figure ci-dessous.

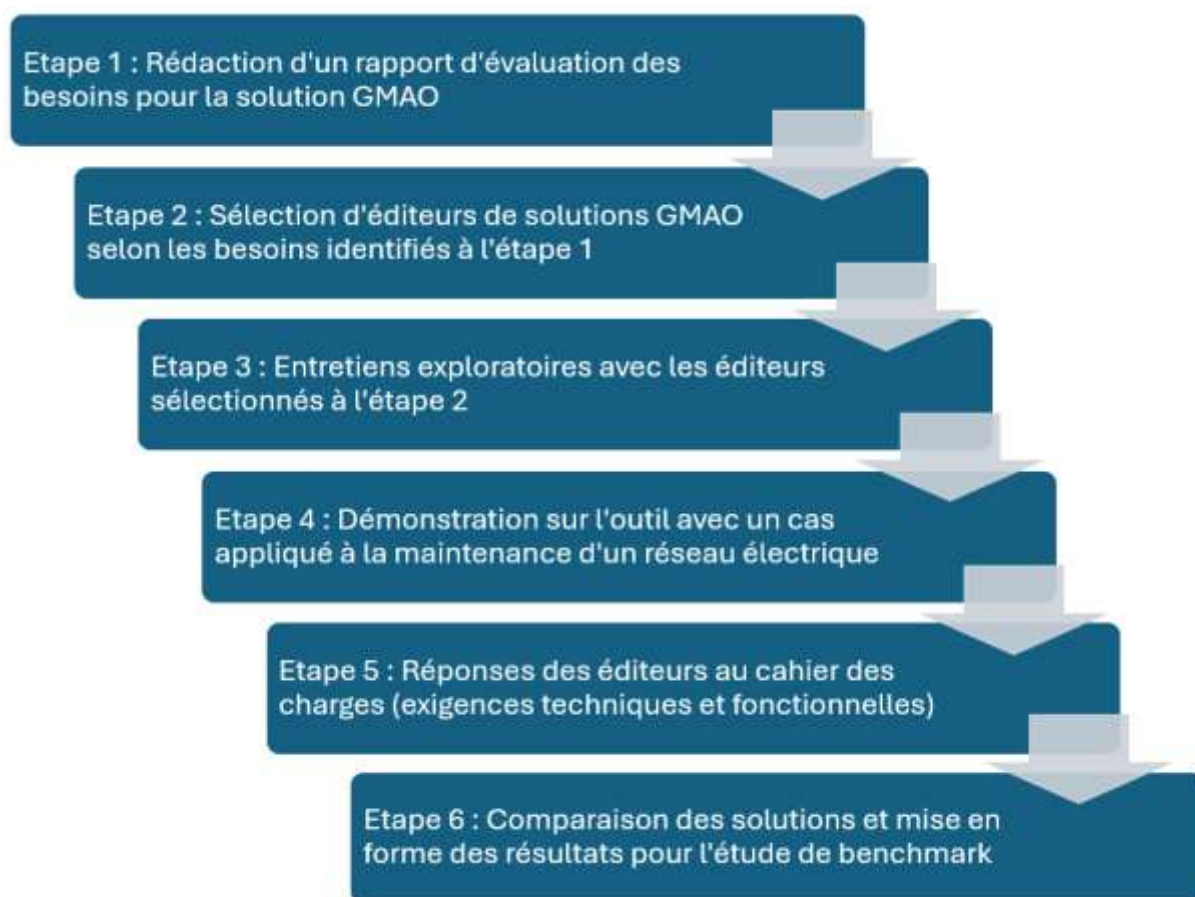


Figure 8 : Les étapes de réalisation de l'étude de benchmark

4.2. Présentation des solutions étudiées

Quatre solutions GMAO ont été retenues pour cette étude de benchmark. Les éditeurs de ces solutions sont présentés ci-dessous, par ordre alphabétique et de manière synthétique. Les sites Internet respectifs de chaque éditeur permettent d'obtenir des informations détaillées sur chacun des éditeurs et sur les solutions qu'ils proposent.

4.2.1. Solution CARL Source par Berger Levrault



CARL Berger-Levrault est un éditeur de logiciels de gestion de maintenance et de gestion des équipements. Son siège social se situe à Limonest (69) en France, avec des filiales en Belgique, Espagne, Italie et Suisse.

Il possède également des implantations en Amérique du Nord. En termes de comparaison des chiffres d'affaires, c'est le numéro 1 en France des sociétés spécialisées dans ce domaine. Son premier logiciel de GMAO (CARL Software) date de 1985.

CARL Berger-Levrault est un « spécialiste », ce qui signifie que l'intégralité de son chiffre d'affaires est réalisée dans l'édition de logiciels de GMAO et d'Asset Management.

Les principaux secteurs d'activité de CARL Berger-Levrault sont :

- L'industrie (ArcelorMittal, Safran, ...),
- Le secteur tertiaire (APRR – Autoroutes Paris-Rhin-Rhône, Commission Européenne, ...),
- Le transport (TAG – Transports de l'Agglomération Grenobloise, VNF – Voies Navigables de France, ...),
- La santé (CHU Bordeaux, CHU Rennes, ...).

Les références clients de CARL Berger-Levrault sont majoritairement en France et en Europe. A l'heure actuelle, l'éditeur n'a pas fait mention de références clients avec des gestionnaires de réseau d'électricité. La solution proposée par cet éditeur est néanmoins présentée dans ce benchmark car suite aux démonstrations, elle semble convenir aux exigences d'un gestionnaire de réseau.

Le logiciel GMAO proposé par CARL Berger-Levrault est CARL Source.

Le site internet de cet éditeur est : <https://www.carl-software.fr/>

4.2.2. Solution Coswin 8i par SIVECO Group



SIVECO Group est un spécialiste de la GMAO depuis 1986. Sa gamme de logiciels est intitulée Coswin.

Le siège social de SIVECO Group se trouve à Montigny le Bretonneux (78) en France, et son centre de R&D se situe à Montpellier. SIVECO Group possède également 10 filiales à l'international dans les pays suivants : Benelux, Brésil, Chine, Côte d'Ivoire, Grèce, Italie, Tunisie, Royaume Uni, Suisse. Ces filiales s'occupent de la commercialisation, du conseil, de l'installation, de la formation et du support technique des solutions GMAO Coswin.

Les principaux secteurs d'activité de SIVECO Group sont :

- L'industrie (Renault, Sanofi, ...),
- Le secteur tertiaire (UNESCO, Grand Lyon Métropole, ...),
- Le transport (Vinci Autoroutes, métro de Singapour, ...),
- La santé (CHU de Nancy, CHU de Créteil, ...),
- L'énergie (STEG - Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz, Sonelgaz (Algérie), ...),
- La défense (Thalès Nederland, Marine Royale du Maroc, ...).

Le site internet de cet éditeur est : <https://www.siveco.com/>

4.2.3. Solution HxGN EAM par Hexagon



L'activité de la société Hexagon ne se limite pas aux logiciels de GMAO et d'Asset Management, elle est également spécialisée dans les technologies de l'information géospatiales (capteurs,

solutions autonomes). Sa solution GMAO s'intitule HxGN EAM, en remplace son ancienne version connue sous le nom d'Infor EAM.

La société Hexagon a été créée en 2000. Son siège social se situe à Stockholm (Suède).

Les principaux secteurs d'activité de Hexagon sont :

- L'industrie (Skoda auto, ...),
- Le secteur tertiaire,
- Le transport (NSW Country Rail Network - Pays de Galles, ...),
- L'énergie (mine de Cerrejon - Colombie, ESB Networks pour une solution SIG - Irlande, EPB de Chattanooga - entreprise municipale de distribution d'électricité et de télécommunications aux Etats-Unis ...).

Les références clients d'Hexagon se situe dans le monde entier, avec plus de 10 000 entreprises qui utilisent la solution GMAO HxGN EAM.

Le site internet de cet éditeur est : <https://hexagon.com/>

4.2.4. Solution Maximo par IBM



La société IBM (International Business Machines Corporation) est une entreprise multinationale américaine née en 1911. Son siège social se situe à Armonk (Etat de New York) aux Etats-Unis. Elle possède des filiales dans le monde entier (Canada, Egypte, France, Allemagne, Inde, Pays-Bas, Norvège, ...).

Sa solution GMAO se nomme IBM Maximo Application Suite, c'est en fait un ensemble de logiciels de gestion des actifs et de la maintenance développés par IBM. La solution Maximo date de 1985, rachetée et rebaptisée par IBM en 2005.

Les principaux secteurs d'activité pour la solution IBM Maximo sont :

- L'industrie (Ford, ...),
- Le secteur tertiaire (HFL Building Solutions, ...),
- Le transport (Boeing, Aéroport d'Amsterdam Schipol, ...),
- L'énergie (VPI, New York Power Authority, Shell, ...).

Le site internet de cet éditeur est : <https://www.ibm.com/>

4.3. Caractéristiques des solutions étudiées

Comme indiqué dans la méthodologie de réalisation du benchmark, l'étude a porté sur les thématiques suivants :

- Ergonomie de la solution,
- Description du patrimoine d'actifs,
- Suivi des interventions,
- Suivi documentaire,
- Gestion des stocks,
- Solution SIG intégrée.

Cette section présente les principales caractéristiques de chacune des solutions pour les différentes thématiques précédemment listées. Les informations présentées sur les différentes solutions sont issues des échanges avec les responsables commerciaux et techniques, de la documentation technique disponible en libre accès (site internet) ou mise à disposition, des démonstrations de l'outil et des réponses au cahier des charges envoyé.

4.3.1. Ergonomie et écran d'accueil

Pour rappel, les recommandations liées à l'ergonomie d'une solution GMAO ont été présentées dans le paragraphe 3.2.3 de ce rapport.

Pour chacune de ces quatre solutions, les écrans d'accueil sont entièrement personnalisables selon les profils d'utilisateurs, et permettent d'afficher différents types de contenus comme par exemple des indicateurs de pilotage et des alertes visuelles (pour des actions en attente de traitement par l'utilisateur par exemple, ou pour des seuils dépassés).

Des écrans d'illustration des pages d'accueil de chacune des solutions sont présentées ci-dessous.



Figure 9 : Illustration écran d'accueil solution CARL

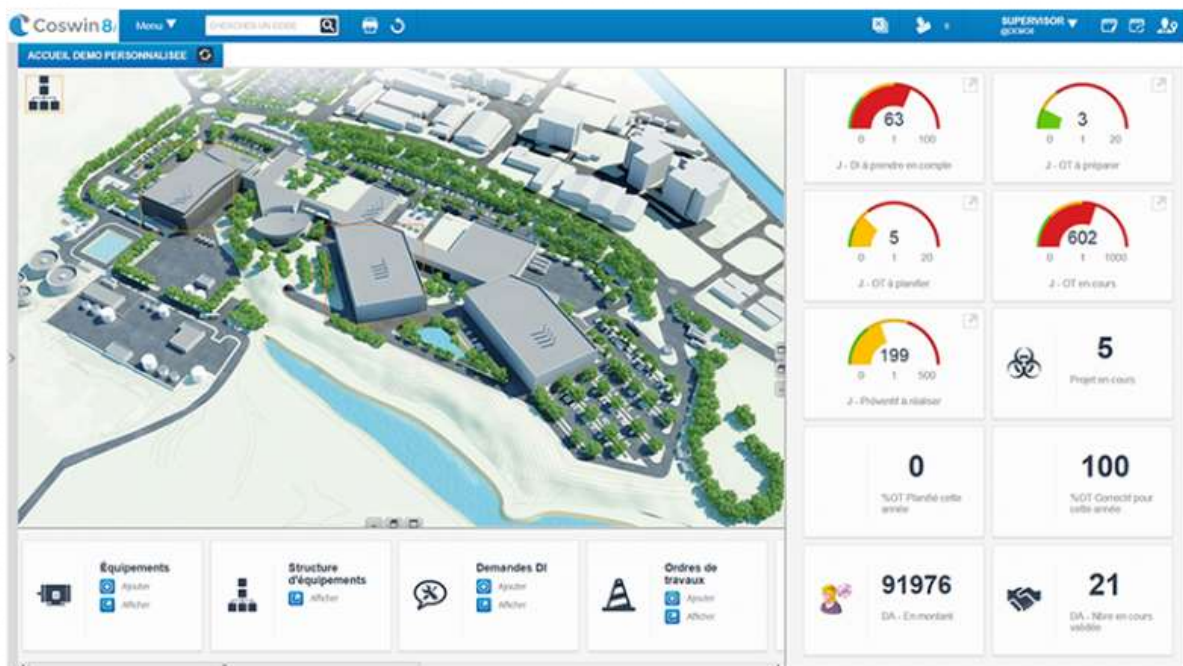


Figure 10 : Illustration écran d'accueil solution Coswin 8i

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO



Figure 11 : Illustration écran d'accueil solution HxGN EAM

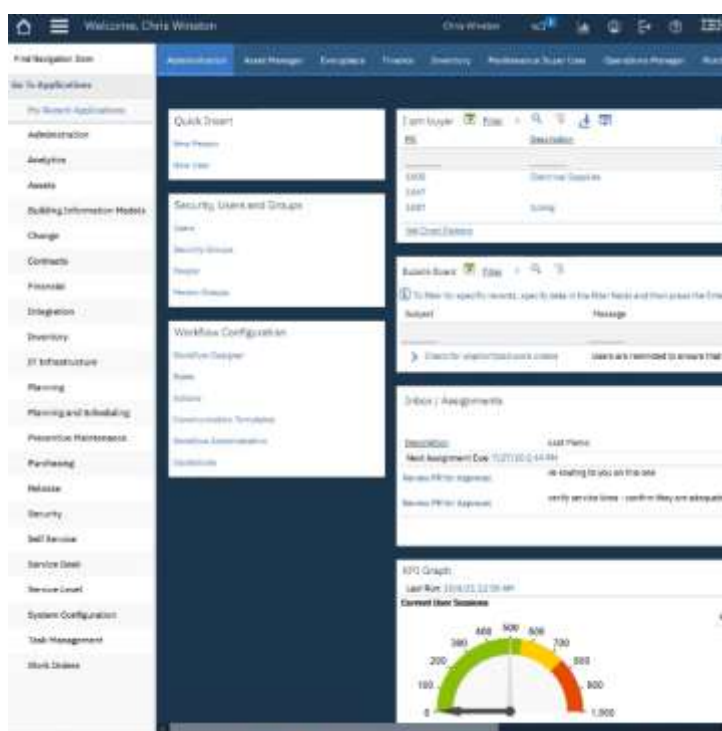


Figure 12 : Illustration écran d'accueil solution Maximo

Sur ces pages d'accueil, des raccourcis permettent d'accéder plus rapidement aux différentes fonctionnalités de la GMAO :

- Pour les solutions CARL et Maximo, ces raccourcis se trouvent sur une barre latérale avec des icônes ou intitulés,
- Pour la solution Coswin 8i, les raccourcis se trouvent sur des icônes de la page d'accueil,

- La solution HxGN EAM utilise un système de boîte de réception pour permettre à l'utilisateur le suivi des actions en cours dans la GMAO (nombre d'interventions en attente de validation, nombre d'ordres de travail en attente de réalisation, ...).

On observe, à travers ces écrans d'accueil, que même si ces derniers sont entièrement personnalisables, chaque solution possède une charte graphique standard qui lui est propre (couleurs des fenêtres, police et taille de caractères, icônes, ...). On retrouve d'ailleurs cette même charte graphique dans les autres fenêtres de chacune des solutions (fiche équipement, ordre de travail, ...).

Concernant le paramétrage de ces solutions GMAO :

- La solution CARL laisse beaucoup d'autonomie de paramétrage accessible à un utilisateur formé (profil administrateur),
- Pour les solutions HxGN EAM et Coswin 8i, les paramétrages « simples » sont à la portée d'un utilisateur formé, les paramétrages « complexes » sont à réaliser par l'intégrateur de la solution,
- La solution Maximo quant-à-elle laisse très peu d'autonomie de paramétrage à l'utilisateur. Ces paramétrages sont majoritairement gérés par l'intégrateur.

4.3.2. La description des actifs

La description du patrimoine d'actifs est un élément essentiel dans le choix d'une solution GMAO (cf. paragraphe 2.2.1).

Les quatre solutions étudiées dans cette étude de benchmark permettent la description des actifs en arborescences, avec des équipements et leurs attributs associés. Chaque équipement dispose d'une fiche équipement détaillée qui permet d'accéder rapidement aux documents liés, à l'historique d'interventions, mais également à toutes les informations techniques de l'équipement.

Les attributs de la fiche équipement sont entièrement paramétrables, et les champs peuvent être définis comme champ texte libre, liste à choix déroulante, ou caractères numériques. Tout comme pour les OT, certains champs à remplir constituant la fiche équipement peuvent être rendus obligatoires.

Les arborescences des quatre solutions sont illustrées dans les captures d'écran ci-dessous.

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

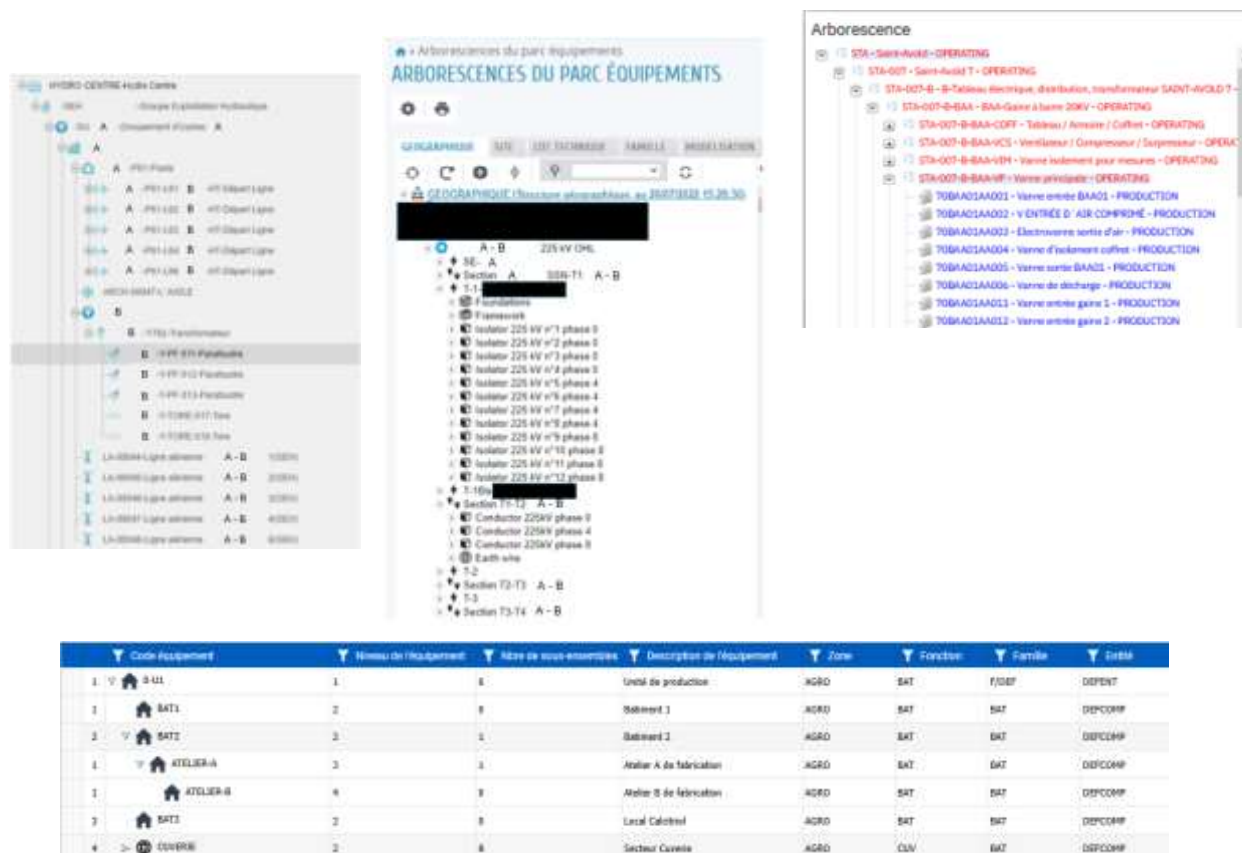


Figure 13 : Illustrations anonymisées des arborescences HxGN EAM (en haut à gauche), CARL (en haut au centre), Maximo (en haut à droite) et Coswin (en bas)

La solution Maximo utilise un code couleur dans l'affichage des arborescences : dans l'illustration ci-dessus, la couleur rouge correspond à des emplacements géo-fonctionnels (sur lesquels sont positionnés des équipements) et la couleur bleue correspond à des équipements.

La solution CARL permet de créer une arborescence d'équipements par lieu géographique ou par entité par exemple.

La solution HxGN EAM utilise des icônes dans l'affichage des arborescences, permettant d'identifier des emplacements, des positions, des actifs et des systèmes. De plus, cette solution permet d'ajouter des hyperliens sur chacun des champs des fiches équipement pour créer du lien entre les données.

Enfin, la solution Coswin 8i intègre l'arborescence dans un tableau, précisant entre autres la zone de l'équipement, sa fonction, sa famille, son entité d'appartenance. Les équipements peuvent être associés à une localisation.

Les quatre solutions présentées permettent également de modéliser des actifs linéaires. Elles utilisent notamment la notion de point kilométrique, permettant de localiser un endroit précis d'un actif linéaire (par exemple utile pour une demande d'intervention sur un point chaud d'un conducteur aérien).

4.3.3. Le suivi des interventions

Le suivi des interventions comprend :

- Les Demandes d'Intervention (DI), également appelées Demandes de Travaux (DT) dans certaines solutions,
- Les Ordres de Travail (OT) intégrant les Comptes-Rendus d'Intervention (CRI) ou Comptes-Rendus d'Exécution (CRE) selon les solutions.

Des captures d'écrans de fenêtres d'OT pour les solutions GMAO étudiées sont présentées ci-dessous (l'illustration n'est pas disponible pour la solution Maximo).

Figure 14 : Illustration fenêtre OT solution CARL

Figure 15 : Illustration fenêtre OT solution Coswin 8i

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

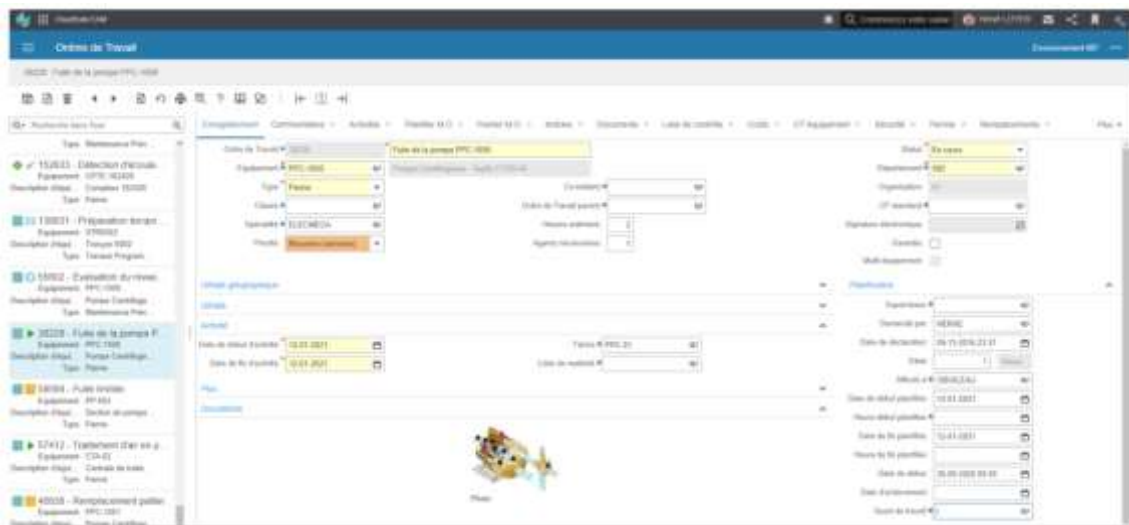


Figure 16 : Illustration fenêtre OT solution HxGN EAM

Le modèle d'OT est personnalisable dans les quatre solutions (contenu, onglets, ...) selon les besoins spécifiques de l'entreprise. On retrouve néanmoins la même charte graphique que pour les écrans d'accueils, propre à chaque solution.

Il est possible de définir toutes les étapes du cycle de vie de l'OT (Workflow) depuis la création d'une Demande d'Intervention jusqu'à la clôture d'un OT selon les processus que l'entreprise souhaite mettre en place. Chacune de ses solutions permet d'enregistrer les changements de statut de l'OT (date, heure, nom de l'utilisateur) afin de permettre la traçabilité de ces informations. Des systèmes de validation par signature peuvent également être configurées pour les étapes du Workflow le nécessitant.

La solution Maximo comporte une application spécifique « Ticket de Déclenchement » pour tracer les incidents (par exemple les déclenchements de lignes). L'avantage de cette application spécifique est de pouvoir paramétrer un workflow spécifique pour la gestion des tickets de déclenchements, différent du workflow de demande d'intervention.

La solution HxGN EAM propose quant-à-elle la possibilité de renseigner des non-conformités correspondant à une ou plusieurs observations, et caractérisées par une sévérité (impact sur le fonctionnement), une intensité (niveau d'évolution de l'anomalie), une taille de l'anomalie (si applicable) et une importance (influence sur la structure). Ces caractéristiques permettent de déterminer, à partir d'une matrice prédéfinie, un score, un index et une prochaine date d'inspection.

Comme présenté précédemment dans la section 2.2.2 de ce rapport, il peut être intéressant pour un gestionnaire de réseau de regrouper des Ordres de Travail afin d'optimiser la planification des interventions sur le réseau. Les solutions HxGN EAM, Coswin 8i et Maximo permettent de lier des OT entre eux grâce à une relation « OT père/ OT fils ». La solution CARL ne possède pas cette fonctionnalité. Une alternative est d'utiliser le module « projet » (également présent dans les autres solutions) qui permet de regrouper des OT au sein d'un même « projet ». Mais le « projet » n'est pas un élément planifiable en tant que tel, il faudra donc planifier chacun des OT du projet un par un.

Les quatre solutions intègrent un outil de gestion de la planification des interventions et des ressources.

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

Des captures d'écrans de ces outils de planification sont présentées ci-dessous :

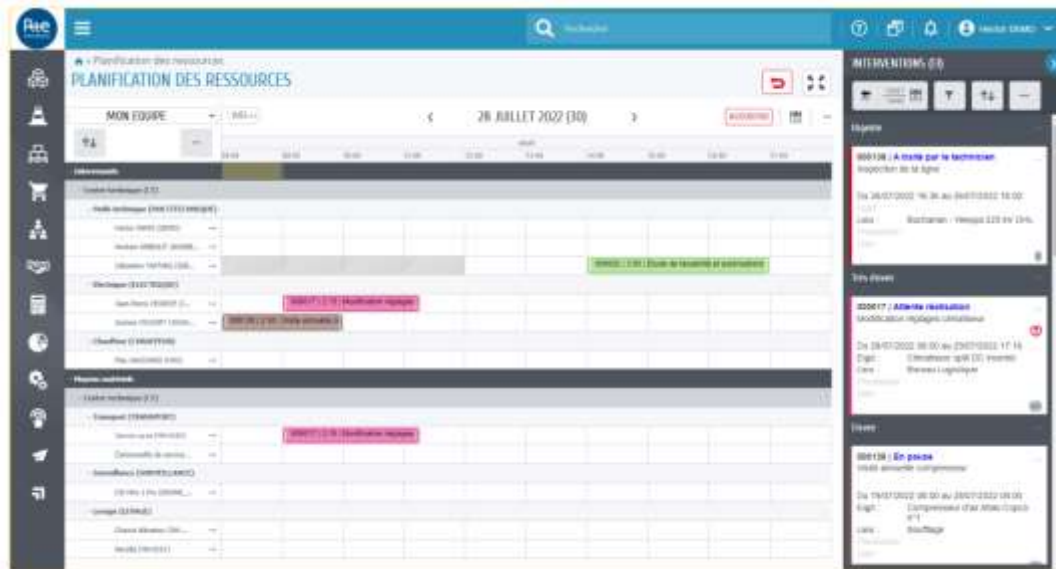


Figure 17 : Illustration outil de planification solution CARL

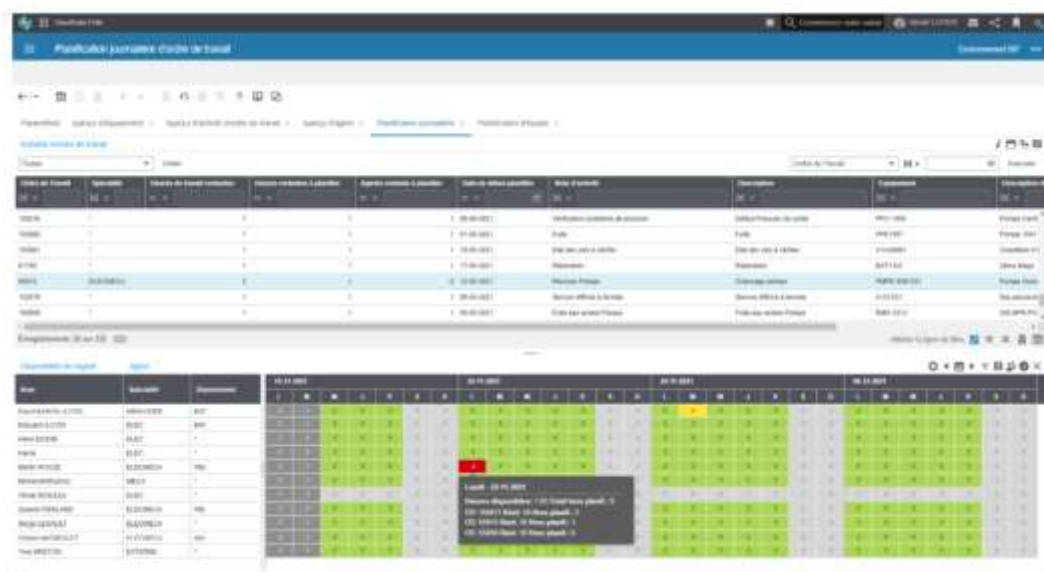


Figure 18 : Illustration outil de planification (gestion journalière des travaux par activité et par agent) solution HxGN EAM

A noter que la solution HxGN EAM est très complète concernant la planification des opérations, et possède au total cinq outils de planification différents :

- Un outil pour gérer la duplication des interventions sur plusieurs semaines,
- Un outil pour gérer la planification par métier et vérifier la charge par rapport à la disponibilité des métiers,
- Un outil pour gérer la planification par agent,

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

- Un outil pour la gestion journalière du portefeuille des travaux par activité et par agent,
- La possibilité d'une intégration bidirectionnelle entre HxGN EAM et Microsoft Project (MS Project).



Figure 19 : Illustration outil de planification solution Coswin 8i

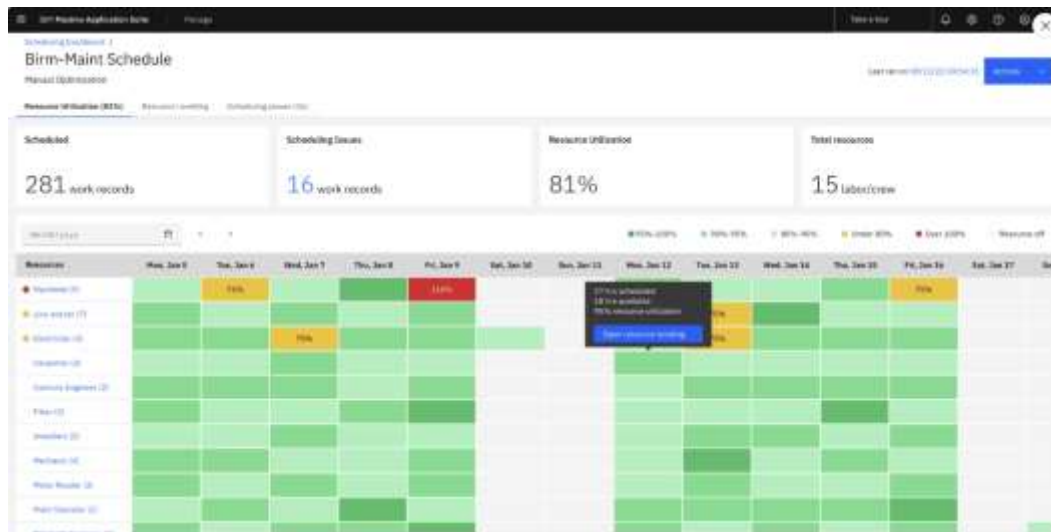


Figure 20 : Illustration outil de planification solution Maximo

Contrairement aux autres solutions, l'outil de planification natif de Maximo ne permet pas une affectation graphique des interventions aux techniciens par glisser-déposer, ce qui rend son usage peu ergonomique.

Toutes ces solutions permettent également de paramétrer des gammes de maintenance préventive par type d'équipement.

Les quatre solutions GMAO possèdent chacune leur solution mobile synchronisée avec la solution bureautique pour faciliter le suivi des interventions (création de demandes d'intervention, comptes-rendus d'intervention, ...) :

- Coswin Nom@d pour SIVECO Group,
- CARL Touch pour CARL,
- EAM Mobile pour IBM,
- HxGN EAM Digital Work pour Hexagon.

Ces solutions mobiles sont compatibles avec un affichage smartphone et tablette.

Des captures d'écrans illustrent ces applications mobiles (illustration non disponible pour la solution HxGN EAM) :



Figure 21 : Illustrations application mobile des solutions Maximo (à gauche), CARL (au milieu) et Coswin (à droite)

4.3.4. Le suivi documentaire

Les solutions GMAO présentées dans ce benchmark ne sont pas destinées à remplacer un outil de Gestion Electronique des Documents (GED).

Seule la solution CARL possède un module qui pourrait s'apparenter à une GED, avec classification des documents et possibilité de créer une bibliothèque au sein même de la solution : l'administration de ces documents peut être assurée par CARL Source. Les documents sont alors stockés de manière centralisée sur le serveur, ou simplement référencés par un lien URL ou un chemin d'accès réseau. Mais les fonctionnalités de cette GED sont limitées : il n'est par exemple pas possible avec ce module d'effectuer une recherche de document par un mot clé contenu dans le document.

Pour les autres solutions, il n'existe pas de module GED à proprement parler, mais il est néanmoins possible d'attacher des fichiers multimédias à un objet (équipement, OT, ...). Ces documents sont enregistrés avec les objets concernés.

Il est en général possible d'associer une GED externe aux solutions GMAO sous réserve de compatibilité des passerelles d'échanges d'informations.

4.3.5. La gestion des stocks

Les quatre éditeurs de solutions GMAO présentés dans ce benchmark possèdent un module de gestion des stocks très performant. En effet, ces solutions GMAO ont à l'origine été conçues pour répondre aux besoins de clients industriels, pour lesquels la gestion des stocks est une activité fondamentale et qui peut s'avérer beaucoup plus complexe que la gestion des stocks pour un gestionnaire de réseau d'électricité.

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

Toutes ces solutions permettent donc de gérer efficacement les stocks, incluant les fonctionnalités présentées ci-dessous :

- Il est possible de gérer le stock par site ou globalement pour l'ensemble des sites et magasins,
- Les sorties de stocks peuvent être liés à une intervention,
- Il est possible d'établir une liste des fournisseurs, les catalogues d'articles proposés par ces fournisseurs, et répertorier les contacts,
- Ces modules de stocks sont associés à la gestion des achats correspondants : demandes d'achats pour des articles, fournitures ou prestations de service, qui peuvent ensuite être transformées en bons de commande,
- Les critères de réapprovisionnement peuvent être paramétrés dans la GMAO, ces règles d'approvisionnement peuvent même être définies par magasin.

4.3.6. Le Système d'Information Géographique (SIG)

L'utilité et les recommandations liées au SIG ont été présentées dans les paragraphes 2.3 et 3.3 de ce rapport.

Toutes les solutions présentées dans cette étude de benchmark permettent une association avec le SIG ArcGIS. ArcGIS est une plateforme géospatiale complète conçue par ESRI qui est leader mondial du marché des SIG. ArcGIS permet l'intégration et la connexion des données entre elles dans un contexte géographique. Ce SIG offre des fonctionnalités de création, de gestion, d'analyse, de cartographie et de partage de tous types de données.

ESRI propose différents modes d'exploitation de sa solution ArcGIS :

- ArcGIS Pro, qui est une application bureautique contenant de nombreuses fonctions : visualisation des données, analyse avancée et maintenance des données de référence en 2D, 3D et 4D,
- ArcGIS Online, qui est un logiciel SaaS évolutif et sécurisé, adapté aux processus géospatiaux. C'est un système Web connecté et collaboratif.

De plus, certaines des solutions présentées dans cette étude ont développé leur propre interface entre la GMAO et de la cartographie Open Source, avec plus ou moins de fonctionnalités paramétrées. C'est le cas des solutions CARL (solution intégrant un SIG avec de la cartographie open source la plus développée) et Maximo (solution intégrant un SIG Open Source avec des fonctionnalités « basiques »). Les captures d'écran ci-dessous illustrent l'interface SIG de ces solutions GMAO.

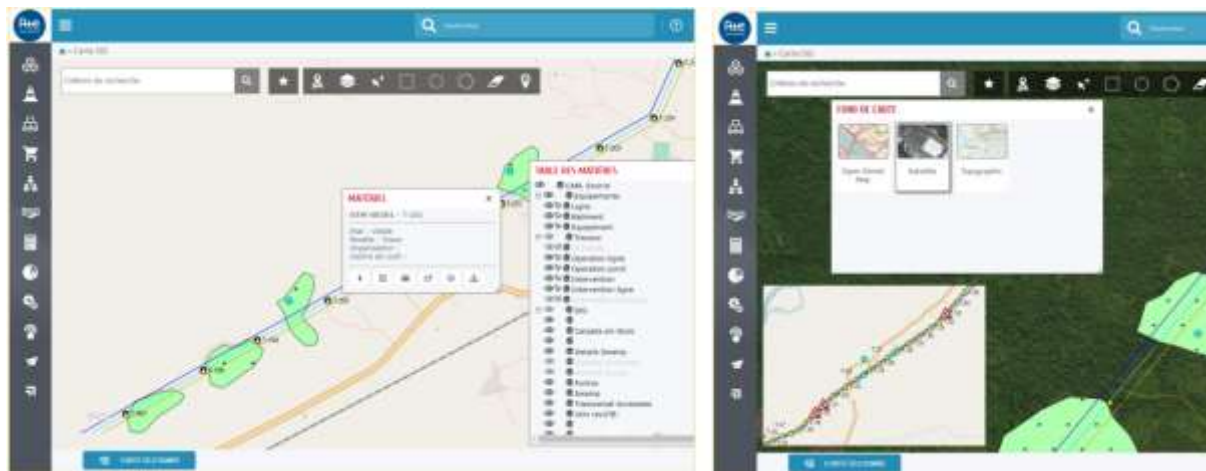


Figure 22 : Illustrations du SIG Open Source de la solution CARL

On observe sur l'illustration ci-dessus que le SIG Open Source intégré à la solution CARL (via le module CARL Maps) permet l'affichage des interventions (triangles rouges), des équipements ponctuels (dans cet exemple, des pylônes représentés par des triangles jaunes) et des équipements linéaires (dans cet exemple, les trois phases conducteurs représentés par des traits respectivement jaune, bleu ciel et bleu foncé). On accède aux caractéristiques d'un équipement en cliquant sur ce dernier à partir de la cartographie. Il est possible d'afficher trois fonds de carte différents (Open Street Map, images satellites, cartes topographiques) et d'y superposer différents calques que l'on peut rendre visibles ou non grâce au symbole « œil » (dans l'illustration, un exemple de calque de végétation est affiché). Ce SIG est intégré nativement à la solution.

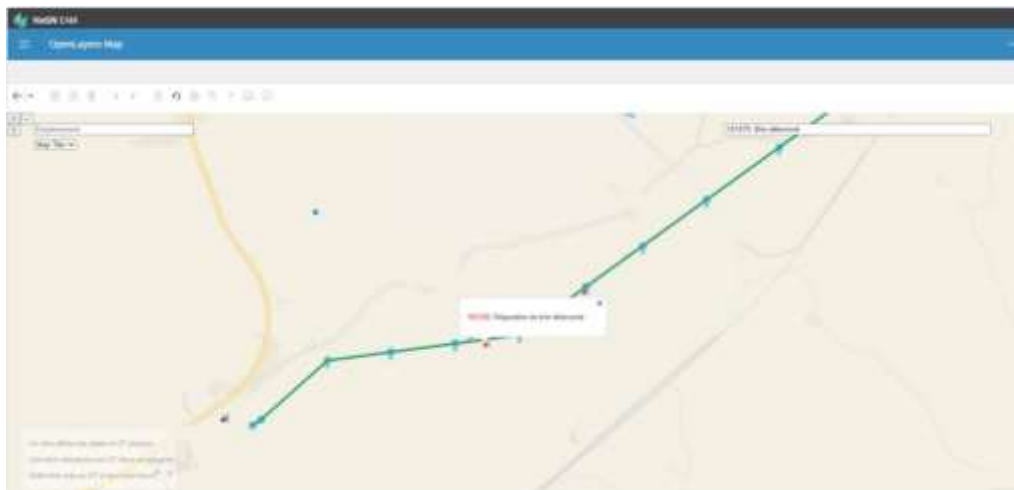


Figure 23 : Illustration du SIG Open Source de la solution HxGN EAM

Le SIG Open Source de la solution HxGN EAM utilise la bibliothèque OpenLayers. La mise en place de cette interface SIG dans la GMAO n'est pas intégrée nativement dans l'outil et nécessite du développement spécifique. On observe, dans l'illustration ci-dessus, la possibilité de représenter des équipements ponctuels et linéaires, ainsi que des intervention, et d'accéder aux informations contenues dans la GMAO en cliquant sur l'objet le représentant dans le SIG. Il n'est cependant pas possible de superposer des calques.

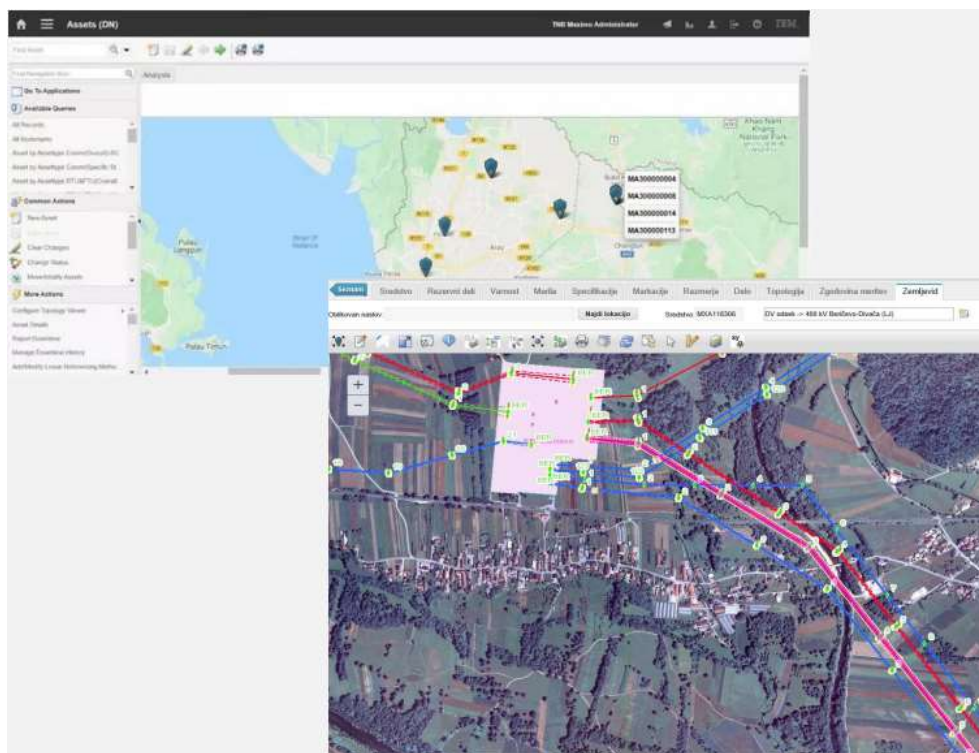


Figure 24 : Illustrations du SIG Open source (image en haut à gauche) et du SIG ArcGIS (image en bas à droite) liés à la solution Maximo

La solution Maximo propose nativement un SIG intégré qui utilise des cartes publiques (Google Map, Open Street Map, ...). Les fonctionnalités associées à ce SIG sont néanmoins limitées, avec une représentation uniquement ponctuelle des équipements et des interventions, comme illustré sur l'image du haut de la figure ci-dessus. Il est possible d'accéder aux informations de la base de données de la GMAO en cliquant sur un objet cartographique. La solution Maximo permet également un interfaçage avec un SIG ArcGIS via son module Maximo Spatial, comme illustré sur l'image du bas de l'illustration ci-dessus, qui permet des fonctionnalités beaucoup plus complètes, liées à la solution ArcGIS.

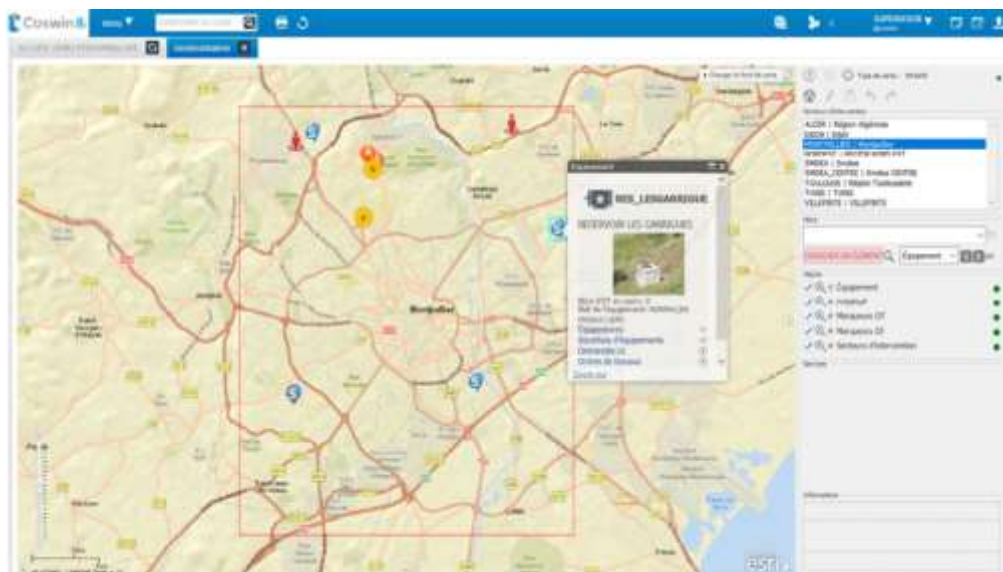


Figure 25 : Illustration de l'interfaçage entre la solution Coswin et le SIG ArcGIS

La solution Coswin 8i ne possède pas de SIG Open Source nativement intégré à la solution. Elle offre la possibilité d'être interfacée avec le SIG ArcGIS, comme représenté dans l'illustration ci-dessus, avec des données cartographiques reliées à la base de données de la GMAO.

Les différentes possibilités d'utilisation sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

Solution GMAO	SIG associé(s)	Nom du module	Fonctionnalités
IBM Maximo	ESRI ArcGIS	"Spatial"	Fonctionnalités ArcGIS Pro
	Cartes publiques : Bing Maps, Googlemap, Openstreetmap, ArcGIS Online (intégré nativement dans la solution)	Intégré	• Visualisation des actifs dans un contexte géospatial (représentation ponctuelle uniquement, pas d'actifs linéaires) • Visualisation des interventions • Accès aux caractéristiques de l'équipement • Pas de calques possibles • Pas de SIG sur l'application mobile • Pas de synchronisation des données entre ArcGIS et Maximo
CARL Source	ESRI ArcGIS	"CARL Maps"	Fonctionnalités ArcGIS Pro
	Moteur cartographique Open Source de CARL		• Visualisation des actifs dans un contexte géospatial (représentations ponctuelles et linéaires) • Affichage/masque de calques cartographiques • Accès aux caractéristiques de l'équipement • Affichage géographique des OT et des DI • Création d'un ordre de travail ou une demande d'intervention pour un équipement depuis la carte • Le SIG utilise la base de données de la GMAO • Pas de SIG sur l'application mobile
HxGN EAM	ESRI ArcGIS	"HxGN Networks"	Fonctionnalités ArcGIS Pro
	OpenLayers	Paramétrage ou développement nécessaire	• Visualisation des actifs dans un contexte géospatial (représentations ponctuelles et linéaires) • Création d'un ordre de travail ou une demande d'intervention pour un équipement depuis la carte • Pas de SIG sur l'application mobile

Coswin 8i	ESRI ArcGIS	"Coswin GIS"	Fonctionnalités ArcGIS Pro
	Pas de SIG Open Source intégré	-	-

Tableau 4 : Comparatif des SIG

4.4. Synthèse des comparaisons

Le tableau ci-dessous reprend les éléments précédemment décrits et propres à chacune des solutions et propose une synthèse de comparaison de la couverture de ces quatre solutions étudiées dans cette étude de benchmark. Pour rappel, cette comparaison se base sur les ateliers de démonstrations et sur les retours des participants à ces ateliers, sur les échanges avec les éditeurs et intégrateurs (responsables techniques et commerciaux), sur les réponses au cahier des charges envoyé ainsi que sur la documentation technique disponible ou mise à disposition.

L'ensemble des fonctionnalités de chacune des solutions n'a pu être abordé et visualisé de façon exhaustive lors des démonstrations : cette comparaison se base donc sur les éléments qui ont pu être observés ou décrits.

TABLEAU DE SYNTHESE DE COMPARAISON DES SOLUTIONS GMAO

	GMAO CARL	GMAO HxGN EAM	GMAO Maximo	GMAO Coswin 8i
Comparaison globale				
Références clients gestionnaires de réseau d'électricité	<i>Aucune ou non connue</i>	<i>Quelques références</i>	<i>Nombreuses références</i>	<i>Quelques références</i>
Couverture clients	<i>Principalement France et Europe (Siège social en France)</i>	<i>Monde (Siège social en Suède)</i>	<i>Monde (Siège social aux Etats-Unis)</i>	<i>Monde (Siège social en France)</i>
Solution multi-langues (a minima français et anglais)	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
Autonomie de paramétrage par des utilisateurs formés	<i>Autonomie importante</i>	<i>Autonomie limitée aux paramétrages « simples »</i>	<i>Dépendance à l'intégrateur</i>	<i>Autonomie limitée aux paramétrages « simples »</i>
Fonctionnalités proposées (hors développement spécifique)	<i>Fonctionnalités essentielles</i>	<i>Nombreuses fonctionnalités complémentaires proposées</i>	<i>Nombreuses fonctionnalités complémentaires proposées</i>	<i>Fonctionnalités essentielles</i>
Application mobile	<i>Oui (Smartphone et tablette)</i>	<i>Oui (Smartphone et tablette)</i>	<i>Oui (Smartphone et tablette)</i>	<i>Oui (Smartphone et tablette)</i>
Hébergement	<i>SaaS ou On Premise</i>	<i>SaaS (privilégié) mais possibilité On Premise</i>	<i>SaaS ou On Premise</i>	<i>SaaS ou On Premise</i>

**STRATEGIE D'ACCOMPAGNEMENT AU RENFORCEMENT DES CAPACITES (RC) DES OPERATEURS DANS LE
CADRE DE LA DIGITAL ENERGY FACILITY
COMPOSANTE 1B**

Page 49 / 59

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

Accès	<i>Accès simultanés</i>	<i>Accès nominatifs uniquement</i>	<i>Accès simultanés</i>	<i>Accès simultanés</i>
Gestion multisite	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
Ergonomie des écrans				
Modularité écran d'accueil	<i>Entièrement modulable</i>	<i>Entièrement modulable</i>	<i>Entièrement modulable</i>	<i>Entièrement modulable</i>
Ergonomie écran d'accueil	<i>Visuel et synthétique</i>	<i>Visuel et synthétique</i>	<i>Synthétique</i>	<i>Visuel et synthétique</i>
Modularité écran OT	<i>Entièrement modulable</i>	<i>Entièrement modulable</i>	<i>Entièrement modulable</i>	<i>Entièrement modulable</i>
Ergonomie écran OT	<i>Complet et visuel</i>	<i>Complet et visuel</i>	<i>Complet</i>	<i>Complet et visuel</i>
Aide contextualisée à l'utilisateur	<i>Chaque fonctionnalité dispose d'un message d'aide paramétrable</i>	<i>Aide en ligne</i>	<i>Commande Alt F1 sur un champ permet d'afficher plus d'informations</i>	<i>Raccourcis vers l'aide en ligne + brèves indications en laissant la souris sur une icône</i>
Champs paramétrables	<i>Oui (Sans limite)</i>	<i>Oui (limite de 10 à 30 caractères pour les codes principaux, et 80 caractères pour les descriptions)</i>	<i>Oui (sans limite)</i>	<i>Oui (sans limite)</i>
Suivi des interventions				
Cycle de vie de la DT (Workflow)	<i>Personnalisable</i>	<i>Personnalisable</i>	<i>Personnalisable</i>	<i>Personnalisable</i>
Cycle de vie de l'OT (Workflow)	<i>Personnalisable</i>	<i>Personnalisable</i>	<i>Personnalisable</i>	<i>Personnalisable</i>
Regroupement d'OT	<i>Limité</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>

**STRATEGIE D'ACCOMPAGNEMENT AU RENFORCEMENT DES CAPACITES (RC) DES OPERATEURS DANS LE
CADRE DE LA DIGITAL ENERGY FACILITY
COMPOSANTE 1B**

Page 50 / 59

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

	<i>(seulement par « projet »)</i>	<i>(notion d'OT père/fils)</i>	<i>(notion d'OT père/fils)</i>	<i>(notion d'OT père/fils)</i>
Traçabilité automatique	<i>Toutes les transitions (étapes du workflow) sont sauvegardées dans la timeline avec date/heure, acteur et état</i>	<i>Fonction paramétrable d'Audit Trail (traces de contrôle)</i>	<i>L'ensemble des changements de statut est historisé</i>	<i>L'ensemble des changements de statut est historisé</i>
Validation par signature	<i>Fonction signature électronique</i>	<i>Fonction signature électronique</i>	<i>eSignature</i>	<i>Fonction signature électronique</i>
Planification des interventions	<i>Très ergonomique (calendrier visuel et interactif)</i>	<i>Très ergonomique et complet (5 outils de planification avec calendriers visuels et interactifs)</i>	<i>Peu ergonomique</i>	<i>Ergonomique (calendrier interactif)</i>
Gammes de maintenance préventive	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
Champs obligatoires	<i>Oui, personnalisable</i>	<i>Oui, personnalisable</i>	<i>Oui, personnalisable</i>	<i>Oui, personnalisable</i>
Gestion des équipements				
Description des actifs par arborescences	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
Arborescences	<i>Arborescence par équipement et arborescence géographique</i>	<i>Très complet (arborescences par localisation, par équipement, par système)</i>	<i>Arborescence par équipements et emplacements</i>	<i>Arborescence par équipements et emplacements</i>
Actifs linéaires	<i>Présent</i>	<i>Présent</i>	<i>Présent</i>	<i>Présent</i>
Importation des données	<i>Outil CARL Loader</i>	<i>Outil Import Utility</i>	<i>Outil MXLoader</i>	<i>Outil Clic Clac</i>

Rapport de l'étude de benchmark de solutions GMAO

Exportation des données	<i>Toutes les listes (format Excel)</i>	<i>Toutes les listes (format Excel)</i>	<i>Toutes les listes (format Excel)</i>	<i>Toutes les listes (format Excel)</i>
SIG				
SIG avec solution Open Source	<i>Performant avec module Mapguide et serveur cartographique Open Source</i>	<i>Nécessite du développement (librairie OpenLayers)</i>	<i>Basique avec la cartographie ArcGIS-Online</i>	<i>Non</i>
Interfaçage avec ESRI ArcGIS	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
Autres fonctionnalités				
Gestion des stocks	<i>Performant</i>	<i>Performant</i>	<i>Performant</i>	<i>Performant</i>
Gestion des qualifications	<i>Fonctionnalité de suivi des qualifications des techniciens avec indicateurs standards de fin de validité</i>	<i>Gestion des qualifications. Mode de notification à paramétrer</i>	<i>L'application Qualifications permet de définir des certifications et de les affecter à la main d'œuvre. Une alerte peut être paramétrée pour prévenir de la fin de validité d'un certificat</i>	<i>Fonctionnalité de suivi des qualifications des techniciens avec indicateurs standards de fin de validité</i>
Compatibilité Power BI	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>A confirmer par l'éditeur</i>
GED	<i>Oui mais limitée</i>	<i>Non*, interfaçage à prévoir</i>	<i>Non, interfaçage à prévoir</i>	<i>Non, interfaçage à prévoir</i>
		<i>*il est possible de joindre des documents aux équipements ainsi qu'aux OT</i>		

Tableau 5 : Tableau de synthèse de comparaison des solutions GMAO

4.5. Avis experts métier suite aux démonstrations

Ce chapitre présente une synthèse des avis recueillis suite aux ateliers de démonstration des solutions GMAO, par les experts métiers de RTE international présents lors de ces démonstrations. Les experts métiers étaient au nombre de quatre, avec des profils en lien avec la maintenance des réseaux de transport d'électricité et une expérience de plusieurs années à RTE (la maison-mère de RTE international mais aussi l'opérateur du réseau de transport d'énergie électrique en France). Les avis présentés dans ce chapitre sont ceux partagés unanimement par les quatre experts métiers.

La solution Coswin 8i ayant été intégrée à cette étude de benchmark a posteriori, l'atelier de démonstration avec ces mêmes experts métier n'a pas pu avoir lieu. Cette solution n'est donc pas abordée dans ce chapitre.

4.5.1. Recueil des avis sur la solution CARL

La solution est facilement paramétrable et configurable par les utilisateurs formés par l'éditeur, ce qui permet une grande autonomie au gestionnaire de réseau pour les configurations éventuelles de la solution. Ce sont les équipes du gestionnaire de réseau, une fois formées par l'intégrateur, qui peuvent réaliser le paramétrage et la configuration de la GMAO. Les *key-users* ont donc une capitalisation des savoirs et des compétences sur la GMAO en interne.

Le SIG Open Source intégré nativement à la solution CARL a été particulièrement apprécié car proposant des fonctionnalités plus nombreuses que pour les autres solutions étudiées.

La contrepartie de la capitalisation rapide des savoirs et des compétences en interne nécessite d'avoir suffisamment de ressources disponibles en interne pour assurer cette paramétrisation et configuration.

De plus, la solution CARL ne possède pas de gestionnaires de réseau d'électricité dans ses références clients, donc pas de retour d'expérience disponible sur son utilisation par cette catégorie d'entreprises.

4.5.2. Recueil des avis sur la solution HxGN EAM

L'éditeur de la solution GMAO Hexagon a de l'expérience dans le domaine du transport d'énergie.

La solution propose des arborescences de description du patrimoine très complète, et une large couverture de fonctionnalités, qui dépasse les standards classiques.

L'ergonomie de la solution a été appréciée lors de la démonstration.

Il n'y a pas de SIG Open Source nativement intégré à la solution, même si un développement spécifique peut permettre, relativement facilement, d'intégrer des éléments cartographiques à la solution GMAO, avec des fonctionnalités limitées.

Malgré les performances évidentes de cette solution, le paramétrage semble relativement long et complexe s'il est laissé à la main des utilisateurs, que ce soit pour mettre en place la solution ou pour la maintenir.

4.5.3. Recueil des avis sur la solution IBM Maximo

La solution d'IBM Maximo est reconnue mondialement quant à la couverture des activités de maintenance, avec plusieurs références dans le domaine du transport et de la distribution d'électricité.

La solution IBM Maximo propose également une très large couverture de fonctionnalités, qui dépasse les standards classiques.

La solution IBM Maximo a été jugée un peu moins ergonomique que les deux autres solutions suite aux démonstrations.

De plus, concernant le paramétrage de la solution, l'intégrateur prend en charge l'intégralité des actions, ce qui implique :

- Le fait de ne pas pouvoir être formé en profondeur par l'intégrateur sur le paramétrage, et donc ne pas capitaliser rapidement de l'expérience et du savoir-faire sur cet aspect de la GMAO,
- Le fait d'être « dépendant » vis-à-vis de l'intégrateur concernant le paramétrage de la GMAO. Les utilisateurs ne sont pas autonomes dans le paramétrage, ils sont donc contraints de passer par le support de l'intégrateur pour la moindre action de paramétrage sur la solution.

5. CONCLUSION

En conclusion de ce rapport, il est important de rappeler les avantages liés à la mise en place d'une GMAO : elle permet une gestion efficace et optimisée de la maintenance des actifs de l'entreprise. C'est un outil stratégique dans le fonctionnement d'une entreprise, qui doit parfaitement s'intégrer avec les autres outils informatiques utilisés.

L'acquisition d'une solution GMAO nécessite de bien définir les besoins en amont pour pouvoir choisir l'éditeur qui propose la solution la plus adaptée, puis l'intégrateur qui viendra implanter la solution dans l'entreprise : installation, migration des données, formation, assistance et maintenance.

Ce rapport peut être utilisé par des gestionnaires de réseau d'électricité comme aide à l'acquisition et à l'implantation d'une solution GMAO pour la gestion de ses actifs. Il permet de se poser les bonnes questions : pourquoi vouloir mettre en place une solution GMAO ? Comment procéder pour l'implanter ? Sur quels éléments apporter une vigilance ? Quelles sont les solutions qui existent et que proposent elles ? Quels éléments peuvent différencier ces solutions ?

Toutes les GMAO présentées dans l'étude de benchmark de ce rapport peuvent convenir pour répondre aux enjeux spécifiques liés à la gestion des actifs de réseaux d'électricité, chacune avec ses points forts et ses faiblesses. Cependant, cette étude ne couvre pas l'ensemble des solutions GMAO existantes sur le marché. Il s'agira, pour chaque gestionnaire, de chercher et déterminer la solution la plus pertinente en fonction de ses besoins spécifiques, de ses préférences et des devis proposés.

De plus, outre les solutions du marché, il est possible pour un gestionnaire de réseaux d'électricité de développer en interne ou de faire développer sur mesure sa propre solution de gestion des actifs. A titre d'exemple, le gestionnaire de réseau de transport français RTE a choisi de développer en interne une solution de type GMAO spécifique à ses besoins pour la gestion des lignes HTB aériennes et souterraines. Cet outil informatique s'appelle « Infoliaison » et a été créé par les équipes informatiques de RTE en collaboration avec le Centre National d'Expertise Réseau (CNER) de RTE. L'outil intègre un SIG qui permet notamment une modélisation et représentation en trois dimensions des pylônes et de leurs composants, comme illustré dans l'image ci-dessous.



Figure 26 : Illustration de l'outil Infoliaison (RTE)

Une solution GMAO est un outil de gestion des actifs. Il est recommandé d'ouvrir la réflexion aux principes d'asset management, afin d'aligner les stratégies et processus de l'entreprise et de considérer l'actif sur la globalité de son cycle de vie. Il existe des formations spécifiques sur ce sujet, décrivant les principes clés et la mise en œuvre de l'asset management.

ANNEXE

Annexe 1 – Scénario utilisé pour les démonstrations des solutions GMAO

Cette annexe présente le scénario qui a été envoyé aux éditeurs de solutions GMAO de cette étude de benchmark pour la réalisation des démonstrations. Les éditeurs ont ainsi pu, après préparation, présenter leur solution avec un cas concret adapté à la gestion d'actifs d'un réseau d'électricité et à quelques-unes des problématiques spécifiques liées à ce domaine. A travers ce scénario, l'objectif était de tester les principales fonctionnalités des différentes solutions sur un cas appliqué aux problématiques d'un GRT.

Pour des raisons de confidentialité, le scénario présenté dans cette annexe est anonymisé.

Dans le cadre de la consultation pour le choix d'une solution GMAO pour le projet XXX, nous souhaiterions, pour illustrer la solution, avoir une démonstration d'utilisation de cette dernière. Cette démonstration est importante pour permettre à RTE International de se faire une idée concrète du produit : fonctionnalités natives de la solution, facilité de paramétrage, ergonomie et facilité d'utilisation, entre autres. Pour guider cette démonstration, nous vous proposons ci-dessous une liste de cas d'utilisations que nous souhaiterions voir illustrés lors d'une rencontre fixée après réception de votre réponse à la consultation et si votre solution semble correspondre à nos attentes.

Cette démonstration pourra se faire soit avec un jeu de données réduit du patrimoine de XXX que vous trouverez en pièce-jointe de ce mail (description simplifiée d'une partie du patrimoine dans le fichier Excel, et coordonnées GPS de la ligne électrique A – B 225 kV dans le fichier .kmz), soit avec un jeu de données qui vous appartient mais qui permettra de faire le parallèle avec nos besoins.

Ci-dessous la liste des cas d'applications proposés :

Gestion des workflows :

- **Créer une demande de travaux (DT) sur un élément du patrimoine. (Etape 0)**

Créer une DT sur le tronçon 3-4 qui correspond à la section de ligne entre les pylônes 3 et 4 de la ligne 225 kV A – B pour réparation de brin détérioré (DT1). Créer une seconde DT sur le pylône 5 pour une suspicion d'anomalie sur cornière (DT2). Créer une troisième DT sur le départ B 225 kV au poste A 225 kV pour remplacement d'un pôle disjoncteur (DT3). Créer une quatrième DT au poste de B sur la protection de distance du départ A pour une vérification suite à analyse d'incident (DT4).

- **Qualifier et valider les DT et passage en OTU (Etape 1)**

Le chef d'équipe valide les DT1, DT 2 et DT3 créées précédemment. Il rejette ou clôture la DT4. Les OTU1, OTU2 et OTU3 sont respectivement créées.

- **Programmation des OTU et passage en OTG (Etape 2)**

L'ingénieur groupe les OTU intelligemment pour optimiser ses ressources et diminuer l'impact sur le réseau. Les OTU 1 et 2 sont groupés pour former un OTG « ligne ».

- **Ajout des informations de la préparation de travail (Etape 3)**

Le chef d'équipe associe à l'OTG ligne le véhicule « plateforme élévatrice » s'il est disponible dans le planning des véhicules. Il enrichit aussi l'OTG « ligne » avec les informations importantes (délai de restitution...). Indiquer par une coche qu'il y a du matériel à approvisionner dans le stock.

- **Planification d'un OTG et édition d'une Note d'Information Préalable (Etape 4)**

L'ingénieur lignes planifie l'OTG « ligne » à une date qu'il a choisie et associe les intervenants en fonction de leurs disponibilités dans le planning d'équipe ligne.

Editer un document PDF (Note d'Information Préalable) comprenant certaines des informations déjà renseignées dans l'OT (intervenants, date, délai de restitution...).

- **Etape de réalisation (Etape 5)**

Le technicien sur site remplit pour chaque OTU quelques informations avec son smartphone. Pour l'OTU1, il prend la photo du brin réparé. Les tags de la ou des photos sont utilisés pour récupérer les coordonnées GPS du lieu où est prise la photo. Ces coordonnées GPS doivent pouvoir être utilisées dans la GMAO, notamment dans le module SIG. Pour l'OTU2, il remplit un champ texte « cornière changée mais problème iso » avec une photo.

- **Validation et clôture (Etape 6)**

L'ingénieur « ligne » valide ou complète le compte-rendu, en ajoutant des informations utiles à la capitalisation des données.

- **Création de DT (Etape 0)**

A la lecture du compte-rendu précédent, l'ingénieur « ligne » juge utile de créer une DT d'inspection de ce pylône pour aller qualifier le problème sur l'isolateur.

Gestion des stocks

- *Retirer une pièce du stock d'un magasin. Visualiser la disponibilité de la pièce dans le magasin et le stock restant, ainsi que le seuil limite fixé pour réapprovisionnement.*

Exemple : Retirer un pôle disjoncteur du stock de pièces détachées d'un magasin pour utilisation lors de l'intervention de remplacement du pôle disjoncteur.

- *Editer une commande pour réapprovisionnement du stock et intégrer les données budgétaires.*

Exemple : Créer un ordre de commande de pôle disjoncteur, intégrer la facture d'achat de ce dernier et les éléments budgétaires associés. Indiquer le lien à l'OTU associé.

- *Envoyer une pièce du stock (qui fait l'objet d'un contrat de maintenance) au fournisseur pour réparation.*

Exemple : Choisir une protection de distance au poste B sur le départ A, et indiquer qu'elle part en réparation. L'adresse, la date et les autres

informations liées à l'envoi doivent pouvoir être renseignées. La pièce disparaît alors du stock disponible et passe en stock indisponible en réparation. Le retour de réparation implique un passage de la pièce réparée en pièce disponible dans le stock.

Traçabilité des déclenchements

La ligne A – B a déclenché pendant 2 heures. Un chargé d'exploitation crée un Ticket de Déclenchement (TD) et indique l'ouvrage siège du défaut et l'heure de début de défaut. Il attache en pièce jointe les relevés d'exploitation (oscilloperturbographe) avec un commentaire texte. Ces données suffisent pour initier le TD.

L'ingénieur d'exploitation indique le volume d'énergie perdue et cette valeur doit plus tard incrémenter un compteur. Il indique aussi les horaires de début et fin de défaut observés sur son système.

Le chargé d'exploitation ajoute des informations, il enrichit le TD, en indiquant que le défaut était situé sur le tronçon 6-7, entre les pylônes 6 et 7, puis le valide.

Une fois validé, l'ingénieur vérifie le TD et le clôt. A terme, il devra être possible d'extraire le nombre de déclenchement et le total d'énergie perdue. Ces déclenchements doivent être visibles sur le SIG.

Aspect SIG de la solution :

- *Représenter le patrimoine « lignes et postes électriques » positionné géographiquement à partir de coordonnées GPS. Exemple : représenter de façon géolocalisée la ligne 225 kV A – B avec ses pylônes et sections sur un fond de carte.*
- *Localiser une demande d'intervention sur la carte.*
Représenter sur le fond de carte la demande d'intervention sur la section 3-4 créée en 1.1.
- *Lien entre les éléments affichés sur le SIG et la base de données.*
Afficher la page de la GMAO correspondant à la description patrimoniale de l'élément « pylône 4 » en cliquant sur ce dernier sur la carte.
- *Visualisation du déclenchement qui a fait l'objet d'un TD.*
Visualiser le TD créé en 3.1 sur le SIG.

Autres fonctionnalités

- *Créer une gamme de maintenance préventive.*
Exemple : créer une gamme de maintenance préventive de visite de contrôle de tous les disjoncteurs de la marque Alstom tous les 2 mois.
- *Modifier les attributs d'un élément de la base de données.*
Exemple : rajouter le numéro de série d'un élément de la base de données.