



CEA/DIF/DASE/SRCE
DO 91

24/03/26



26RRBC000129

Diffusé le 14/04/26

ENV 3TSSI RBC CDC 26000129 A

[NP] Développement et TMA d'un plugin QGIS de géostatistique


Fabrice LEPRIEUR

Chef du Service

Radioanalyses, Chimie et Environnement

Nombre total de pages : 38

CEA

Centre CEA DAM Ile-de-France - Bruyères-le-Châtel | 91297 Arpajon Cedex
T. +33 (0)1 69 26 46 50 | F. +33 (0)1 69 26 70 65
Établissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

Direction des applications militaires
Département Analyse, Surveillance, Environnement
Service Radioanalyses, Chimie et Environnement

FICHE DOCUMENTAIRE DAM

Identification du document				
Origine (affiliation) : CEA/DIF/DASE/SRCE			Type de document : Cahier des charges	
Classif. : DO	Sous-classif. : N/A	N° réf. : n° 91	Date : 24/03/2026	CB GCAO (affixe) : 26000129
Référence projet (23 caractères) : ENV 3TSSI RBC CDC 26000129 A				
Référence enregistrement :				
Auteur(s) : Julien Amestoy				
Objet : [NP] Développement et TMA d'un plugin QGIS de géostatistique				
Résumé : Ce document constitue le cahier des charges pour le développement puis la Tierce Maintenance Applicative (TMA) pour une période de 2 ans (1 an ferme et 1 an optionnel) d'un plugin QGIS de géostatistique.				
Mots clés : Cahier des charges, développement, tierce maintenance applicative, QGIS, géostatistique				
Transmission des connaissances				
Nom du projet : N/A	Intérêt mémoire projet : N/A	Arborescence / classement mémoire projet : N/A		
Gestion du document				
Unité responsable de l'archivage DAM : CEA/DIF/DASE/SRCE		Exemplaire à conserver : Chrono CEA/DIF/DASE/SRCE		
Rubrique du plan de classement (à remplir par le <u>destinataire</u> en cas de document papier) :				
Durée de conservation dans l'unité :		Sort à l'issue de ce délai (une seule case à cocher) : ☐ Transfert au BCA ☐ Élimination		

TABLEAU DES EVOLUTIONS		
Version	Motif et nature des évolutions	Date
A	Création.	24/03/2026 (version A)

ELABORATION DU DOCUMENT	
Rédacteur(s)	Julien AMESTOY (Ingénieur de Recherche, DASE/SRCE/LHES)
Vérificateur(s) technique(s)	Julien AMESTOY (Ingénieur de Recherche, DASE/SRCE/LHES)
Vérificateur qualité	-

SOMMAIRE

1. DEFINITIONS.....	6
1.1. Anomalies	6
1.2. Maintenances	6
1.3. Recette	7
1.4. Non-Respect du Processus (NRP)	8
2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	8
2.1. Contexte et enjeux	8
2.2. Objectif du projet.....	9
2.3. Contraintes et exigences majeures.....	9
2.4. Organisation de la prestation	9
3. EXPRESSION DU BESOIN.....	10
3.1. Objectif général.....	10
3.2. Périmètre fonctionnel	10
3.2.1 Analyse statistique	10
3.2.2 Analyse variographique.....	12
3.2.3 Interpolation	14
3.3. Contraintes techniques	16
3.3.1 Environnements de travail et plateformes.....	16
3.3.2 Technologies et versions imposées.....	16
3.3.3 Technologies et versions imposées.....	17
3.3.4 Reversement et licences	17
3.3.5 Modalités de développement.....	17
3.3.6 Exigences sur les compétences du prestataire	17
3.3.7 Souveraineté numérique et IA	18
3.3.8 Responsabilité sociétale et environnementale.....	18
3.4. Contrôle-qualité et sécurité	18
3.4.1 Processus de validation et tests	18
3.4.2 Documentation et traçabilité	18
3.4.3 Sécurité et conformité réglementaire	18
3.5. Livrables attendus.....	18
3.5.1 Code source et reversement	19
3.5.2 Documentation technique et utilisateur	19
3.5.3 Procédures de tests et rapports de validation	19
3.5.4 Supports de formation et transfert de compétences.....	19
3.5.5 Traçabilité et conformité	19
4. DESCRIPTIF ET DEROULEMENT DE LA PRESTATION.....	20
4.1. Poste 10 (ferme) : Développement du plugin.....	20
4.1.1 Enchaînement des tâches du poste 10 – Développement du plugin	20
4.1.2 Prise en main / Spécifications / Conception.....	20
4.1.3 Développement / Tests / Livrables et livraison.....	21
4.1.4 Recette CEA	23
4.2. Poste 20 (ferme) : VSR.....	24
4.3. Poste 30 (ferme) et 50 (option 1) : Maintenance corrective	24
4.4. Poste 40 (ferme) et 60 (option 2) : Maintenance évolutive (en dépense contrôlée).....	24
5. PROCESSUS DE MISE EN ŒUVRE DE LA PRESTATION	25
5.1. Acteurs, rôles et missions pour la prestation	25
5.1.1 Responsable logiciel du CEA	25
5.1.2 Equipe du Titulaire	25
5.2. Gestion de projet	26
5.2.1 Réunion de démarrage.....	26
5.2.2 Comité de suivi.....	26
5.2.3 Réunions techniques.....	27
5.2.4 Réunion de clôture	27
5.3. Gestion de la maintenance	28

5.3.1	Maintenance corrective	28
5.3.2	Maintenance corrective	29
5.3.3	Gestion d'une demande d'assistance, de correction ou d'évolution	30
6.	GLOSSAIRE.....	37
7.	LISTE DE DIFFUSION	38

1. DEFINITIONS

Sont listées ci-dessous, les définitions de termes qui sont communément utilisés tant dans ce document que, par la suite, dans l'application de la prestation. Ces définitions ont donc un objectif de clarté mais ont également une valeur contractuelle dans l'application de la prestation.

1.1. **Anomalies**

Les anomalies sont des dysfonctionnements de tous les composants développés et maintenus par le titulaire. Toute anomalie est prise en compte selon le processus de maintenance corrective (Cf. §5.3.1). Les anomalies sont classées de la manière suivante :

- Anomalie bloquante : il s'agit d'une anomalie reproductible ou répétitive qui rend le système inexploitable. Les défauts classés dans cette catégorie sont les suivants (liste non exhaustive) :
 - Tout ou une partie de l'exploitation du plugin est bloqué ;
 - L'exécution d'un traitement est impossible ou interrompue anormalement ;
 - L'anomalie empêche l'utilisateur de traiter une fonctionnalité prévue ;
 - La mise à jour est impossible ou défectueuse ;
 - La consultation est impossible ;
 - La perte d'information ;
 - La perte d'accès à une fonction critique pour l'opérateur ;
 - Les anomalies régressives par rapport à la version précédemment en exploitation, quel que soit leur niveau de gravité, sont traitées comme des anomalies bloquantes. Le caractère régressif d'une anomalie fait l'objet d'une analyse conjointe par le CEA et le titulaire ;
 - Les erreurs ou incohérences sur les documents d'exploitation, d'installation et d'utilisation.

Remarque : Les arrêts dus à des coupures réseaux, à des pannes liées aux différents serveurs (SGBD, fichiers, ftp, etc.) ou à des pannes de machines n'entrent pas dans cette catégorie.

- Anomalie non bloquante : elle n'empêche pas l'exploitation du système. On cite à ce titre (liste non exhaustive) :
 - Les défauts de présentation ;
 - Les temps de réponse, sauf s'ils rendent le système inexploitable ou ne respectent pas des contraintes définies au préalable ;
 - Les anomalies pouvant être contournées par des consignes d'exploitation ou d'utilisation simples.

1.2. **Maintenances**

On distingue, dans le cadre des postes de VSR (Cf. §4.2) et de maintenances (Cf. §4.3) les différentes maintenances à partir des définitions données ci-dessous :

- Maintenance corrective : Elle intègre les quatre notions suivantes :
 - Les actions nécessaires à la correction des défauts de conception ou de programmation se manifestant par des anomalies de fonctionnement du plugin ;
 - L'assistance aux utilisateurs ;

- L'assistance aux équipes informatiques du CEA pour la compilation, l'installation, la mise en œuvre, l'exploitation, l'automatisation et le diagnostic d'incident ;
- La veille technologique sur les plateformes matérielles et logicielles utilisées en garantissant leur pérennité. Dans la mesure où le plugin fonctionne dans un environnement opérationnel partagé, il est demandé au titulaire de s'assurer – et autant que faire se peut en avance de phase – que les évolutions pouvant se produire sur cet environnement opérationnel restent compatibles avec le plugin. Dans le cas contraire, il est demandé au titulaire de fournir au CEA des propositions d'évolution (voir maintenance évolutive ci-dessous) afin de garantir la pérennité du plugin.
- Maintenance évolutive : Elle intègre les deux notions suivantes :
 - L'étude et la réalisation des modifications dues à un changement ou à un complément des spécifications fonctionnelles du plugin dans le but d'améliorer ses performances et son ergonomie ;
 - L'adaptation du plugin face à une évolution des logiciels d'exploitation ou des progiciels standards ou en cas de modification de l'architecture technique du plugin ou du matériel (nommée parfois « maintenance adaptative »).

Dans le cadre de ces différentes maintenances (ainsi, bien entendu, que dans le poste de développement), un maintien des compétences est indispensable et est défini comme suit : actions nécessaires pour entretenir les connaissances fonctionnelles et techniques du titulaire et étant indispensables à la réalisation des différents postes de la prestation.

1.3. Recette

On entend par recette, la validation par le titulaire avant livraison puis par le CEA, de toutes les versions du plugin, issues des développements ou des maintenances correctives et évolutives.

Le titulaire doit élaborer des plans de tests de validation interne (*i.e.* dans ses locaux et avant toute livraison) :

- Tests unitaires ;
- Tests d'intégration (couplage vérifié entre fonctions) ;
- Tests de non-régression ;
- Tests de validation.

Le titulaire doit définir, en collaboration avec le CEA, des cas d'utilisation (use cases) standards, aux limites du domaine de validité, volumineux, ou encore volontairement aberrants, qui sont intégrés par le titulaire dans la mise à jour du dossier de spécification (DSL) pour chaque nouvelle version du plugin.

Le cahier de recette du plugin est mis à jour par le CEA en se basant sur chaque nouvelle version du dossier de spécification fournie par le titulaire. Il reprend, notamment, les cas d'utilisation ; les données de test sont également précisées d'un commun accord entre le CEA et le titulaire. Ce dernier doit obligatoirement fournir un avis sur le contenu du cahier de recette (au moins 20 jours ouvrés avant chaque livraison).

À l'issue de chaque validation interne (recette « usine »), le titulaire fournit un procès-verbal permettant au CEA de s'assurer que le cahier de recette a effectivement été passé chez le titulaire et que les résultats obtenus suite à cette recette « usine » permettent d'envisager une livraison qui devrait être

validée par le CEA relativement facilement. Ce procès-verbal est validé par le CEA avant toute livraison/installation/recette au CEA.

1.4. Non-Respect du Processus (NRP)

Les Non-Respects du processus (NRP) sanctionnent les dysfonctionnements de la prestation :

- Non-Respect du Processus majeur : lorsque le processus de gestion de la prestation n'est pas respecté sur un point considéré comme majeur par le CEA ou sur plusieurs points considérés comme mineurs par le CEA ;
- Non-Respect du Processus mineur : lorsque le processus de gestion de la prestation n'est pas respecté sur un point considéré comme mineur par le CEA.

La mise en évidence de ces NRP peut conduire à des pénalités, si des NRP remontés par le CEA ne donnent pas lieu à des améliorations de la part du titulaire.

Les NRP majeurs et mineurs sont définis par la suite en regard des exigences demandées par le CEA.

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

2.1. Contexte et enjeux

Le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle conjointe des ministères chargés de la Défense, de la Recherche et de l'Industrie. Le CEA est reconnu pour son expertise dans les domaines de la défense, de la sécurité, de l'énergie nucléaire et des nouvelles technologies. Il joue un rôle stratégique dans la recherche scientifique et technologique, en particulier pour la sûreté, la sécurité et la transition énergétique.

Au sein du CEA, la Direction des Applications Militaires (DAM) est responsable des missions liées à la défense nationale, notamment la conception, la maintenance et la modernisation des systèmes de dissuasion nucléaire. Elle s'appuie sur des compétences scientifiques et techniques de haut niveau pour garantir la fiabilité et la sécurité des installations et des systèmes.

La prestation décrite dans ce document concerne le Département Analyse, Surveillance et Environnement (DASE), qui intervient dans les domaines suivants :

- Analyse et surveillance environnementale : suivi des paramètres environnementaux, contrôle des impacts et gestion des risques ;
- Radioanalyses et chimie : expertise dans la mesure et l'interprétation des données radiologiques et chimiques ;
- Études hydrogéologiques et géostatistiques : modélisation des écoulements souterrains, analyse des données géospatiales et prédiction des phénomènes liés à la qualité des eaux.

Dans ce contexte, le développement d'un plugin QGIS dédié à la géostatistique répond à un besoin crucial : disposer d'un outil intégré, performant et conforme aux standards open source pour traiter, analyser et visualiser des données spatiales et statistiques. Ce projet s'inscrit dans une démarche de modernisation des outils scientifiques du CEA, en garantissant la souveraineté numérique et la pérennité des solutions mises en œuvre.

2.2. Objectif du projet

La prestation consiste à développer un plugin QGIS open source dédié à la géostatistique, conçu pour répondre aux besoins du CEA en matière d'analyses hydrogéologiques et environnementales. Ce plugin s'intègre nativement dans l'écosystème QGIS et respecte les standards de la communauté open source. L'objectif est de fournir un outil performant et ergonomique qui permet :

- D'analyser les données géospatiales : le plugin calcule les statistiques descriptives de base (effectif, minimum, maximum, moyenne, écart-type, quantiles) et génère des histogrammes paramétrables ainsi que des diagrammes croisés pour explorer les relations entre variables ;
- De modéliser les variogrammes : il produit des variogrammes expérimentaux, gère les anisotropies directionnelles et ajuste automatiquement ou manuellement les modèles théoriques (sphérique, exponentiel, gaussien, etc.) ;
- De réaliser des interpolations :
 - Déterministes : splines, pondération inverse à la distance (IDW), triangulation, moyenne mobile ;
 - Stochastiques : krigeage simple, ordinaire et universel, avec ou sans dérive externe.

2.3. Contraintes et exigences majeures

La réalisation de la prestation respecte des obligations techniques et organisationnelles qui garantissent la conformité et la pérennité des livrables :

- Compatibilité avec les plateformes du CEA : fonctionnement sur postes opérationnels sans Internet ni droits administrateur ;
- Open source : utilisation de QGIS, PostgreSQL/PostGIS et Python ; publication sous licence OSI compatible ; reversement des développements dans les projets communautaires concernés ;
- Interopérabilité : compatibilité avec les systèmes existants (Thyrsis, XplorDB) et documentation complète des interfaces ;
- Qualité logicielle : mise en place d'une forge logicielle avec gestion de versions (Git), intégration continue (CI/CD), tests automatisés et documentation en ligne et hors ligne ;
- Souveraineté numérique : hébergement des données et des codes sur une infrastructure située en France, hors législations extraterritoriales ;
- Interdiction d'IA générative : production du code et de la documentation par des moyens humains pour garantir la traçabilité et la conformité juridique ;
- Responsabilité sociétale : présentation des politiques internes et de la démarche RSE.

2.4. Organisation de la prestation

Ce document définit, dans un premier temps, les spécifications techniques demandées au titulaire afin qu'il puisse développer le plugin selon les besoins métiers et les contraintes matérielles et logicielles détaillés dans les chapitres qui suivent, puis d'en assurer les maintenances corrective et évolutive.

Ce document décrit ensuite le processus selon lequel le CEA souhaite voir réaliser cette prestation, qui se compose par conséquent de deux phases :

- Phase 1 – développement, constitué des postes :
 - Poste 10 (ferme) : développement du plugin (Cf. §4.1) ;
 - Poste 20 (ferme) : vérification en Service Régulier (VSR) (Cf. §4.2).
- Phase 2 – TMA, constituée des postes :
 - Postes 30 (ferme) : maintenance corrective du plugin (Cf. §4.3) ;

- Postes 40 (ferme) : maintenance évolutive du plugin (dépense contrôlée, Cf. §4.4).

La durée de la TMA est de 1 an ferme. Les prestations sont reconductibles 1 fois :

- Poste 50 (option 1) : maintenance corrective du plugin (Cf. §4.3) ;
- Poste 60 (option 2) : maintenance évolutive du plugin (dépense contrôlée, Cf. §4.4)

3. EXPRESSION DU BESOIN

3.1. Objectif général

Le CEA souhaite disposer d'un plugin QGIS dédié à la géostatistique, conçu pour répondre aux besoins des études hydrogéologiques et environnementales. Ce plugin doit permettre :

- L'analyse statistique exploratoire des données géospatiales ;
- La modélisation variographique complète ;
- L'interpolation déterministe et stochastique ;
- Une intégration native dans QGIS en respectant les standards de la communauté open source ;
- Une interopérabilité totale avec les systèmes existants (Thyrsis, XplorDB, PostgreSQL/PostGIS).

Le développement repose sur des bibliothèques Python éprouvées (PyKrigé, NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib...) et sur des outils open source robustes pour garantir la performance, la maintenabilité et la pérennité.

3.2. Périmètre fonctionnel

Le plugin QGIS doit être structuré en modules clairs (statistiques, variogrammes, interpolations) et offrir une interface ergonomique avec panneaux dédiés et visualisations interactives. Il doit être performant sur des jeux de données volumineux (> 10 000 points), compatible avec les environnements contraints du CEA et permettre export et traçabilité complète des analyses.

3.2.1 Analyse statistique

Le plugin doit offrir un module complet d'analyse statistique permettant à l'utilisateur d'explorer rapidement et précisément les données attributaires issues des couches QGIS. Cette fonctionnalité est essentielle pour comprendre la distribution des variables avant toute modélisation ou interpolation.

Pour chacun des modules, la sélection des données doit pouvoir être effectuée directement depuis QGIS avec des filtres spatiaux ou attributaires. Le recalcul dynamique des statistiques, histogrammes et diagrammes doit être effectué en temps réel, que ce soit lors d'un changement de jeu de données ou de paramètres de traitement.

3.2.1.1. Calculs statistiques

Le plugin doit permettre le calcul automatique des statistiques descriptives. Les statistiques suivantes sont calculées pour chaque champ numérique sélectionné :

- Effectif : nombre total d'échantillons valides ;
- Valeurs extrêmes : minimum et maximum ;
- Mesures de tendance centrale : moyenne arithmétique, médiane ;

- Dispersion : écart-type, variance ;
- Quantiles : Q5, Q10, Q25, Q50, Q75, Q90, Q95 ;
- Indicateurs complémentaires :
 - Coefficient de variation ;
 - Rapport min/max ;
 - Détection des valeurs aberrantes (outliers) avec seuil paramétrable.

Les résultats doivent être affichés dans un tableau interactif, avec possibilité d'export en CSV, Excel ou PDF, incluant les métadonnées (nom de la couche, date, paramètres utilisés).

3.2.1.2. Histogrammes paramétrables

Le plugin doit générer des histogrammes interactifs permettant une analyse fine des distributions.

3.2.1.2.1 Paramètres interactifs

Les paramètres interactifs demandés sont :

- Nombre de classes : choix manuel ou calcul automatique selon la règle de Sturges ou Freedman-Diaconis ;
- Bornes inférieure et supérieure : possibilité de définir des limites personnalisées ou d'utiliser les valeurs extrêmes des données ;
- Échelle linéaire ou logarithmique : indispensable pour les distributions asymétriques ou fortement dispersées ;
- Mode interactif : ajustement des paramètres via des curseurs ou champs numériques avec mise à jour instantanée du graphique.

3.2.1.2.2 Options avancées

Les options avancées demandées sont :

- Histogrammes cumulatifs : affichage des fréquences cumulées pour analyser la répartition des valeurs ;
- Courbe de densité lissée : superposition d'une courbe de densité (kernel density estimation) pour visualiser la tendance globale ;
- Affichage des statistiques clés : moyenne, médiane, écart-type directement sur le graphique ;
- Comparaison multi-variables : possibilité d'afficher plusieurs histogrammes en superposition ou en mode faceté pour comparer des distributions.

Les histogrammes doivent être exportables en PNG ou PDF avec titre modifiable et résolution paramétrable. Les données associées (classes, fréquences) doivent être exportables en CSV, Excel ou PDF, incluant les métadonnées (nom de la couche, date, paramètres utilisés). Un rapport PDF incluant le graphique, les paramètres utilisés et les résultats statistiques doit pouvoir être généré automatiquement.

3.2.1.3. Histogrammes paramétrables

Le plugin doit intégrer un module pour l'analyse des relations entre deux variables numériques issues des couches QGIS. Ces outils sont essentiels pour identifier des corrélations, des tendances et des comportements spatiaux avant la modélisation variographique ou l'interpolation.

3.2.1.3.1 Paramètres interactifs

Les paramètres interactifs demandés sont :

- Choix des variables X et Y via une liste déroulante ;
- Filtrage dynamique : par attribut (ex. : type de sol, zone hydrogéologique) ou par sélection spatiale dans QGIS (ex. : zone tampon, polygone) ;
- Zoom et navigation : sur une zone spécifique du graphique, affichage des coordonnées exactes au survol d'un point.

3.2.1.3.2 Fonctionnalités principales

Les fonctionnalités principales demandées sont :

- Affichage des points individuels avec gestion des couleurs et des tailles en fonction d'attributs supplémentaires (ex. : catégorie, zone) ;
- Calcul du coefficient de corrélation de Pearson et affichage de la valeur sur le graphique ;
- Tracé d'une droite de régression linéaire avec équation et coefficient de détermination R^2 ;
- Possibilité d'ajouter une courbe de tendance polynomiale (ordre paramétrable) pour visualiser des relations non linéaires.

Les diagrammes doivent être exportables en PNG ou PDF avec titre modifiable et résolution paramétrable. Les données associées (couples de coordonnées, corrélation, équation de régression) doivent être exportables en CSV, Excel ou PDF, incluant les métadonnées (nom de la couche, date, paramètres utilisés). Un rapport PDF incluant le graphique, les paramètres utilisés et les résultats statistiques doit pouvoir être généré automatiquement.

3.2.2 Analyse variographique

La modélisation variographique constitue une étape essentielle pour les interpolations géostatistiques car elle permet de caractériser la continuité spatiale des données et d'identifier la portée des corrélations. Le plugin doit fournir un ensemble complet d'outils permettant la création, l'ajustement et l'exploitation des variogrammes, tout en garantissant une interface ergonomique et des performances adaptées aux jeux de données volumineux.

3.2.2.1 Variogrammes expérimentaux

Le variogramme expérimental est une fonction qui mesure la dispersion des différences entre les valeurs d'une variable en fonction de la distance qui sépare les points. Il est calculé à partir des données observées avant toute interpolation. Le plugin doit permettre le calcul des variogrammes expérimentaux à partir des données ponctuelles sélectionnées dans QGIS.

3.2.2.1.1 Paramètres interactifs

Les paramètres interactifs demandés sont :

- Distance maximale (lag max) : définie par l'utilisateur ou calculée automatiquement en fonction de l'étendue des données ;
- Nombre de classes (lags) : paramétrable, avec suggestion automatique basée sur la densité des points ;
- Tolérance angulaire : pour la prise en compte des directions dans les cas d'anisotropie.
- Pas (lag distance) : ajustable pour contrôler la granularité du variogramme.

3.2.2.1.2 Affichage interactif

L'affichage interactif demandé doit inclure :

- Points expérimentaux représentés sous forme de nuage ;
- Courbe reliant les points pour visualiser la tendance ;
- Zoom et navigation dans le graphique ;
- Affichage des statistiques clés (nombre de paires, distance moyenne par classe).

3.2.2.1.3 Options avancées

Les options avancées demandées sont :

- Calcul des variogrammes directionnels :
 - Définition des azimuts (0° , 45° , 90° , etc.) ;
 - Tolérance angulaire paramétrable ;
 - Affichage simultané des variogrammes par direction pour comparaison.
- Possibilité de calculer des variogrammes omnidirectionnels pour une vue globale.

3.2.2.2. Gestion des dérives et filtrage

Le plugin doit intégrer des mécanismes pour traiter les tendances spatiales avant l'ajustement des variogrammes.

Cette fonctionnalité est essentielle pour garantir la validité des modèles géostatistiques, les outils à mettre en place sont les suivants :

- Filtrage des dérives : suppression des tendances globales d'ordre nul ou premier (constante ou linéaire) afin de stabiliser la variabilité ;
- Application d'une dérive externe : possibilité d'intégrer une variable auxiliaire (ex. : MNT, gradient hydraulique) pour le krigeage universel ;
- Visualisation comparative : affichage simultané des variogrammes filtrés et non filtrés pour évaluer l'impact du traitement ;
- Paramétrage interactif : choix du type de dérive, ajustement des coefficients et recalcul instantané du variogramme.

3.2.2.3. Ajustement des modèles théoriques

Le plugin doit intégrer un module dédié à l'ajustement des modèles variographiques théoriques (gaussien, exponentiel, sphérique, linéaire, puissance, pépite) sur les variogrammes expérimentaux calculés. L'utilisateur peut ajuster manuellement les paramètres (nugget, sill, range) ou utiliser un mode automatique basé sur un algorithme d'optimisation. La comparaison multi-modèles est possible avec affichage simultané des courbes et calcul des indicateurs de qualité (RMSE, R^2).

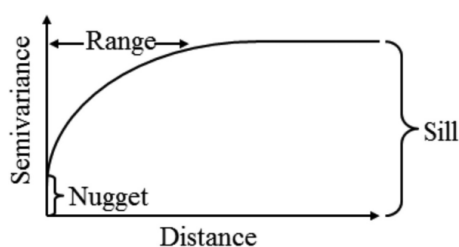


Figure 1 : Représentation schématique des paramètres nugget, sill, range

3.2.2.4. Sélection dynamique et exports

Le plugin doit offrir une gestion avancée des sous-ensembles de données pour permettre des analyses ciblées et une exploitation optimale des résultats variographiques.

Les outils à mettre en place sont les suivants :

- **Sélection interactive** : l'utilisateur peut sélectionner des points directement sur la carte QGIS ou via des filtres attributaires pour recalculer le variogramme sur un sous-ensemble pertinent (ex. : zone géographique, type de sol) ;
- **Enregistrement des sélections** : possibilité de sauvegarder les sous-ensembles définis et les paramètres définis pour les réutiliser dans des sessions ultérieures ou pour des interpolations spécifiques ;
- **Recalcul instantané** : mise à jour automatique du variogramme et des paramètres dès qu'une sélection est modifiée ;
- **Export des données** :
 - CSV pour les paires de points, distances et valeurs calculées ;
 - PNG/PDF pour les graphiques variographiques ;
 - Rapport PDF complet incluant les paramètres appliqués, le modèle choisi et les indicateurs de qualité (RMSE, R^2).
- **Compatibilité QGIS** : intégration directe des exports dans le composeur d'impression pour la génération de rapports cartographiques.

3.2.3 Interpolation

L'interpolation est un processus mathématique qui consiste à estimer des valeurs inconnues à des emplacements non échantillonnés à partir de données ponctuelles connues. Elle repose sur l'hypothèse que les phénomènes étudiés présentent une continuité spatiale : les points proches ont des valeurs plus similaires que les points éloignés. Ce procédé permet de transformer des observations ponctuelles en surfaces continues, indispensables pour la cartographie et la modélisation géostatistique. Le plugin doit contenir différentes méthodes d'interpolation décrites ci-dessous.

3.2.3.1. Méthodes stochastiques

Les méthodes stochastiques reposent sur des modèles probabilistes et utilisent la structure de corrélation spatiale définie par le variogramme. Elles permettent d'estimer les valeurs en minimisant l'erreur d'interpolation et en fournissant une mesure d'incertitude.

3.2.3.1.1 Méthodes proposées

Les méthodes demandées sont :

- **Krigeage simple** : Hypothèse d'une moyenne connue et constante sur tout le domaine. Utilisé pour des phénomènes bien caractérisés.
- **Krigeage ordinaire** : Moyenne inconnue mais supposée constante dans la zone d'étude. C'est la méthode la plus courante.
- **Krigeage universel** : Intègre une dérive externe (ex. : MNT, gradient hydraulique) pour modéliser les tendances spatiales. Idéal pour des phénomènes influencés par des variables auxiliaires.

3.2.3.1.2 Paramétrage attendu :

Les paramètres demandés sont :

- Choix du modèle variographique ajusté (cf. Analyse variographique) ;
- Définition du rayon de recherche et du nombre de voisins ;
- Gestion des dérives externes pour le krigeage universel ;
- Définition de la grille de calcul (résolution, étendue spatiale) ;
- Options de filtrage (exclusion des points aberrants).

3.2.3.1.3 Sorties et fonctionnalités :

Les sorties et fonctionnalités demandées sont :

- Export des résultats en raster GeoTIFF et couche QGIS ajoutée dans le projet ;
- Valeurs interpolées et variance d'estimation associée à chaque point ;
- Rapport PDF incluant les paramètres opérationnels, le modèle variographique appliqué et les indicateurs de qualité (RMSE, R^2).

3.2.3.2. Méthodes déterministes

Les méthodes déterministes reposent sur des fonctions mathématiques et attribuent des poids aux points voisins selon des règles géométriques, sans modélisation probabiliste. Elles sont rapides et adaptées lorsque la stationnarité n'est pas vérifiée ou pour des analyses exploratoires.

3.2.3.2.1 Méthodes proposées

Les méthodes demandées sont :

- **Moyenne mobile** : calcule la moyenne des points voisins dans un rayon défini pour lisser les variations locales ;
- **Splines** : génère une surface lisse passant par les points connus, avec réglage de la tension et de la régularisation pour éviter les oscillations ;
- **Pondération inverse à la distance (IDW)** : attribue plus de poids aux points proches, avec paramétrage de l'exposant pour contrôler la décroissance ;
- **Triangulation (TIN)** : crée un réseau de triangles et interpole linéairement à l'intérieur, adapté aux données irrégulières ;
- **Tessellation (Voronoi)** : partitionne l'espace en cellules attribuant la valeur du point le plus proche, utile pour des analyses rapides.

3.2.3.2.2 Paramétrage attendu :

Les paramètres demandés sont :

- Définition du rayon de recherche et du nombre de voisins pour IDW et moyenne mobile ;
- Choix de l'exposant pour IDW afin de contrôler l'influence des points proches ;
- Réglage des paramètres de tension et de régularisation pour les splines ;
- Définition de la grille d'interpolation (résolution, étendue spatiale) ;
- Prévisualisation des résultats avant calcul pour ajuster les paramètres ;
- Options de filtrage pour exclure des points aberrants.

3.2.3.2.3 Sorties et fonctionnalités :

Les sorties et fonctionnalités demandées sont :

- Export des résultats en raster GeoTIFF et couche QGIS ajoutée dans le projet.

3.3. Contraintes techniques

3.3.1 Environnements de travail et plateformes

3.3.1.1. Plateformes opérationnelles au CEA

Les plateformes opérationnelles du plugin au CEA sont constituées de postes fonctionnant sous **Windows 11** et reliés par réseau TCP/IP à différents serveurs : serveurs de bases de données (Oracle Server 11g), serveurs d'applications, serveurs de fichiers, serveurs d'imprimantes.

Les postes peuvent être des machines physiques ou virtuelles.

3.3.1.2. Plateformes de recette au CEA

Les plateformes de recette au CEA sont distinctes des plateformes opérationnelles et sont constituées d'un ensemble de moyens matériels permettant de simuler le fonctionnement du plugin dans un environnement identique à celui des plateformes opérationnelles.

C'est sur ces plateformes que les nouvelles versions du plugin, livrées par le titulaire, sont mises en recette avant leur passage en opérationnel (installation sur les plateformes opérationnelles par conséquent).

3.3.1.3. Plateformes de développement et maintenance du titulaire

Les plateformes de développement et maintenance sont définies par le titulaire en fonction des plateformes opérationnelles et de recette du CEA et en fonction de l'organisation qu'il a définie pour la mise en œuvre de la prestation.

Sans être strictement identiques aux plateformes du CEA, elles doivent cependant permettre :

- De réaliser les développements du plugin ;
- De reproduire les anomalies remontées sur le plugin et de les corriger ;
- De développer les évolutions commandées sur le plugin ;
- De réaliser les tests du plugin, avant livraison au CEA ;
- D'assister les utilisateurs ou les équipes techniques du CEA, en ayant fait la demande, sur le plugin.

La réalisation des plateformes de développement et maintenance, et de leur environnement est à la charge du titulaire.

3.3.2 Technologies et versions imposées

Les développements s'appuient exclusivement sur des logiciels open source : QGIS 3.44 et PostgreSQL 15. L'utilisation de tout autre logiciel ou composant propriétaire doit être validée avec la maîtrise d'ouvrage. Le code source doit être écrit en Python 3.12 et s'appuyer sur des bibliothèques open source reconnues (NumPy, SciPy, Pandas, PyKrig, Matplotlib...).

3.3.3 Technologies et versions imposées

Le plugin doit garantir une compatibilité et une interopérabilité totale avec les systèmes en place, notamment Thyrasis et XplorDB. Le prestataire documente précisément les interfaces et protocoles utilisés.

Toute solution qui créerait des dépendances technologiques ou des silos propriétaires sera rejetée.

3.3.4 Reversement et licences

L'ensemble des développements réalisés dans le cadre du marché doit être reversé aux projets open source concernés, selon leurs processus de contribution habituels. Le titulaire s'engage à suivre le processus de contribution et à fournir la preuve de la soumission des contributions.

Tous les développements sont publiés sous une licence approuvée par l'Open Source Initiative (OSI) et compatible avec les licences des logiciels cibles. Le prestataire justifie ses choix de licence et démontre leur compatibilité juridique.

3.3.5 Modalités de développement

Le prestataire suit scrupuleusement les processus de développement et les standards de qualité des projets open source concernés, incluant les workflows de contribution (Pull Request/Merge Request), la documentation, la traduction et les processus de validation communautaires.

Une forge logicielle complète doit être mise à disposition, incluant gestion de versions (Git), CI/CD, gestion des tests automatisés, documentations technique et utilisateur, et systèmes de traduction internationalisée. L'accès à cette infrastructure est maintenu pendant toute la durée du marché.

Les résultats sont livrés de manière incrémentale, avec des versions intermédiaires publiées régulièrement suivant un calendrier établi au démarrage de la prestation. Chaque livraison est accompagnée de sa documentation technique et utilisateur mise à jour.

3.3.6 Exigences sur les compétences du prestataire

Le prestataire doit démontrer une implication active dans l'écosystème open source : organisation ou participation à des événements techniques, animation de communautés, publications techniques, participation régulière aux listes de diffusion et forums de support...

L'équipe projet inclut au minimum un développeur reconnu comme « core committer » sur au moins un des logiciels cibles : cela renforce la crédibilité du projet auprès de la communauté open source en favorisant l'acceptation des évolutions et la pérennité des développements dans l'écosystème QGIS. Le prestataire fournit des preuves de ses contributions (statistiques détaillées, historique complet, liens vers les dépôts, liste exhaustive des fonctionnalités développées...).

Les compétences métier et scientifiques (en géostatistiques, hydrogéologie, algorithmie) doivent être justifiées : références de développements similaires, formations certifiantes ou expériences professionnelles, publications scientifiques ou techniques.

Le prestataire démontre sa maîtrise de la gestion de projets open source (conventions de nommage, messages de commit, architecture du code, gestion des licences et propriété intellectuelle).

Au minimum trois références de projets similaires réalisés dans les trois dernières années, avec contacts vérifiables et description détaillée des livrables open source produits, sont exigées.

3.3.7 Souveraineté numérique et IA

L'ensemble des données, codes sources et outils de travail est hébergé sur une infrastructure située en France, non soumise à des législations extraterritoriales.

L'utilisation de modèles de langage de grande taille (LLM) ou d'outils d'intelligence artificielle générative est proscrite pour la production des livrables. Le prestataire s'engage à produire l'ensemble du code et de la documentation par des moyens humains.

3.3.8 Responsabilité sociétale et environnementale

Le prestataire présente l'ensemble de ses politiques internes en place (sécurité, qualité, ressources humaines, environnement).

3.4. Contrôle-qualité et sécurité

Le contrôle-qualité et la sécurité sont des critères majeurs pour la sélection du prestataire. Les exigences suivantes sont impératives.

3.4.1 Processus de validation et tests

Le prestataire met en œuvre une politique de tests exhaustive : tests unitaires, d'intégration, de non-régression et de performance, automatisés via la forge logicielle.

Chaque livraison intermédiaire et finale est accompagnée d'un rapport de tests détaillé, incluant les indicateurs de couverture, de robustesse et de conformité.

Les performances sont validées sur des jeux de données volumineux (> 10 000 points), avec démonstration de la stabilité et de la rapidité des traitements.

3.4.2 Documentation et traçabilité

La documentation technique et utilisateur est systématiquement mise à jour et livrée avec chaque version. Elle doit être complète, claire, et conforme aux standards des logiciels cibles.

Les messages de commit, l'arbre Git et les conventions de nommage sont audités pour garantir la qualité et la maintenabilité du code.

3.4.3 Sécurité et conformité réglementaire

Le prestataire respecte strictement les politiques de sécurité du CEA, notamment en matière de gestion des accès, de confidentialité des données et de conformité RGPD.

Les mécanismes de réversibilité sont détaillés : documentation technique complète, formation des équipes, transfert de compétences, ateliers de réversibilité, procédures de migration et accès aux codes sources et données.

Les livrables sont vérifiés lors de la recette-usine, avec établissement d'un procès-verbal et d'un bordereau de livraison détaillé.

3.5. Livrables attendus

Le titulaire doit fournir, à chaque étape du projet et à chaque livraison intermédiaire ou finale, l'ensemble des livrables suivants.

3.5.1 Code source et reversement

- Code source complet du plugin, conforme aux standards des communautés open source QGIS et Python, publié sous licence OSI compatible et reversé dans les projets open source concernés, avec preuve de la soumission des contributions.
- Arborescence Git complète, historique des commits, messages conformes aux conventions de la communauté.

3.5.2 Documentation technique et utilisateur

- Dossier de spécification logicielle (DSL), dossier de conception logicielle (DCL), dossier de conception détaillée (DCD).
- Manuel d'installation (MI), manuel utilisateur (MU), manuel d'exploitation (ME) mis à jour à chaque version.
- Documentation des interfaces, protocoles et API pour garantir l'interopérabilité avec l'ensemble des systèmes du CEA (Thyrsis et XplorDB entre autres).
- Procédures de migration, de réversibilité et de transfert de compétences.

3.5.3 Procédures de tests et rapports de validation

- Plan de tests complet (unitaires, intégration, non-régression, performance), scripts de tests automatisés et résultats détaillés.
- Rapport de validation sur plateformes de recette et opérationnelles du CEA, incluant indicateurs de couverture, robustesse, conformité et performance.
- Procès-verbal de recette-usine, bordereau de livraison détaillé, rapport PDF automatisé incluant paramètres, résultats et graphiques.

3.5.4 Supports de formation et transfert de compétences

- Supports de formation pour les équipes du CEA (présentations, tutoriels, vidéos, guides pratiques).
- Organisation d'ateliers de réversibilité et de sessions de transfert de compétences, avec documentation associée.

3.5.5 Traçabilité et conformité

- Rapport de traçabilité des développements, incluant la gestion des licences, la conformité RGPD, la sécurité des accès et la gestion des droits.
- Preuve d'hébergement souverain en France, hors législations extraterritoriales.

Tous les livrables doivent être validés sur les plateformes de recette du CEA avant leur passage en production. Toute livraison incomplète, non conforme ou non documentée est considérée comme un manquement contractuel et peut entraîner l'application de pénalités ou la résiliation du marché.

4. DESCRIPTIF ET DEROULEMENT DE LA PRESTATION

Les différents postes de la prestation sont décrits plus en détail dans les chapitres qui suivent :

- Phase 1 – Développement :
 - Poste 10 (ferme) – développement du plugin : §4.1.
 - Poste 20 (ferme) : VSR : §4.2.
- Phase 2 – TMA :
 - Postes 30 (ferme) et 50 (option 1) – Maintenance corrective : §4.3.
 - Postes 40 (ferme) et 60 (option 2) – Maintenance évolutive (en dépense contrôlée) : §4.4.

4.1. Poste 10 (ferme) : Développement du plugin

Ce chapitre présente l'enchaînement des tâches de ce poste (Cf. §4.1.1) puis leur description (Cf. §4.1.2, §4.1.3 et §4.1.4).

Pour rappel, les fonctionnalités à développer et les contraintes associées sont décrites au §3.

4.1.1 Enchaînement des tâches du poste 10 – Développement du plugin

Le poste 10 – Développement du plugin est constitué des tâches suivantes, décrites dans les chapitres qui suivent :

- Prise en main / Spécifications / Conception ;
- Développements / Tests / Livrables et livraison ;
- Recette CEA.

4.1.2 Prise en main / Spécifications / Conception

Les prestations à réaliser par le titulaire dans le cadre de cette tâche consistent à :

- Prise en main :
 - La mise en œuvre (définition, installation et exploitation) des plateformes de développement et maintenance du titulaire, selon les critères indiqués au §3.3.1.
- Spécifications :
 - Définir et décrire l'objectif du plugin ;
 - Définir et décrire les fonctionnalités ;
 - Définir et décrire les processus mis en œuvre ;
 - Présenter au CEA des maquettes de l'IHM afin de valider les demandes ergonomiques.
 - Retranscrire les exigences citées au §3 ;
 - Définir, conjointement avec le CEA, des cas d'utilisation exploités lors des tests (respectivement la recette « usine » du titulaire et la recette par le CEA) ;
- Conception :
 - Définir et décrire les composants, leur hiérarchisation et les liens entre eux ;
 - Décliner les exigences ;
 - Définir et décrire le cadre des développements.

Données d'entrée fournies par le CEA :

- L'expression des besoins décrits dans ce document ;

- Des jeux de données permettant de réaliser les tests de fonctionnement adéquat du plugin.

Livrables fournis par le titulaire :

- Les plateformes de développement et maintenance mises en place par le titulaire ;
- Le dossier de spécification logicielle (DSL) ;
- Le dossier de conception logicielle (DCL) ;
- Les maquettes des IHM ;
- Les documents et les maquettes sont rédigés en langue française.

Le CEA considère l'absence d'un livrable comme un NRP mineur, devenant majeur au-delà de 2 livrables non fournis.

Cette tâche de prise en main / spécifications / conception donne lieu à la validation, par le CEA, des documents produits par le titulaire.

La non validation du DSL ou du DCL après plusieurs indices (>4) est considéré comme un NRP majeur par le CEA.

La tâche de Développements / Tests / Livrables et livraison ne peut débuter qu'après validation, par le CEA, des documents issus de celle-ci.

4.1.3 Développement / Tests / Livrables et livraison**4.1.3.1. Données d'entrée fournies par le CEA**

- Le cahier de recette rédigé ou mis à jour à partir du DSL fourni par le titulaire.
- Des jeux de données permettant de réaliser les tests de fonctionnement adéquat du plugin.

4.1.3.2. Développements

Cette première étape consiste, en s'appuyant sur le DSL et le DCL, à :

- Programmer les composants du plugin dans le langage choisi :
 - Le titulaire s'assure que le code source est compilé en utilisant les options de compilation les plus strictes, demandant au compilateur d'indiquer tous les avertissements et toutes les erreurs.
 - Les messages d'avertissement par le compilateur sont considérés comme des erreurs et doivent être corrigés.
- Assembler les composants au sein de la première version du plugin :
 - Le titulaire s'assure de l'adéquation du logiciel et de ses composants entre eux et avec l'environnement de déploiement.
- Le logiciel est développé en langue française.

L'aspect documentaire comprend :

- La génération d'un dossier de conception détaillée (DCD), à partir des commentaires du code source.
- La mise à jour, s'il y a lieu, des documents techniques : DSL, DCL, PGCE (Procédure de Génération du Code Exécutable).

- La rédaction des manuels : MI (Manuel d'Installation), MU (Manuel Utilisateur), ME (Manuel d'Exploitation), incluant un guide de dépannage simplifié (« trouble shooting »).
- Une première version du document décrivant les modifications apportées au plugin et les causes de ces modifications (« changelog »).
- Le bordereau de livraison identifiant cette première version du plugin : historique des versions du plugin et de ses dépendances, liste des fonctionnalités implémentées, état des lieux de la documentation,
- Les documents sont rédigés en langue française.

4.1.3.3. Tests réalisés par le Titulaire

Cette deuxième étape consiste à vérifier le comportement de la première version du plugin en réalisant un certain nombre de tests, comme décrit dans le §1.3.

Les tests permettent de vérifier les contraintes suivantes, notamment :

- Fonctionnalité :
 - Les fonctions implémentées correspondent aux attentes.
 - L'application couvre bien l'ensemble des fonctionnalités et des objectifs attendus.
- Robustesse :
 - Manipulation des utilisateurs : les saisies de champs et manipulations à la souris erronées doivent être contrôlées et générer des messages explicites aux utilisateurs sans arrêt brutal de l'application.
 - Acquisition de données : toutes les erreurs d'accès aux données doivent être contrôlées et renvoyer des messages explicites sans arrêt brutal de l'application.
 - Ecriture de données : toutes les erreurs dues à des problèmes d'écriture de résultats en fichier ou en base de données doivent être contrôlées et renvoyer un message explicite sans arrêt brutal de l'application.
 - Système : tous les problèmes systèmes rencontrés (saturation mémoire, erreur réseau, etc...) doivent être contrôlés, donner lieu à un message explicite et provoquer l'arrêt maîtrisé de l'application.
 - Gestion des logs : tous les messages d'erreur ou d'avertissement sont sauvegardés dans un fichier texte « log » avec un mode « verbeux » optionnel. Deux niveaux de logs sont utilisés : un niveau destiné au développement et à la recette affichant tous les messages d'erreurs et d'avertissement, un niveau nominal affichant uniquement les éléments nécessaires au fonctionnement normal de l'application.
- Sécurité :
 - L'accès aux données est circonscrit aux profils autorisés.
 - Les profils non autorisés n'ont accès ni à l'application, ni aux données, ni à l'environnement sur lequel est hébergée l'application.
- Performance :
 - Les jeux de données fournis par le CEA servent de référence ; toutes les fonctions et manipulations du plugin doivent s'exécuter de manière fluide et sans ralentissement perceptible, quelles que soient la taille et la complexité des données traitées.

Le titulaire doit fournir un PV de recette « usine » signé, attestant du passage, avec succès, du plan de test, sur sa plateforme de développement et maintenance.

Une livraison sans PV de recette « usine » du plugin est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

4.1.3.4. Livrables et livraison

Livrables fournis par le titulaire :

- La première version complète du plugin comprenant :
 - Un package d'installation compatible avec le gestionnaire de plugins QGIS (fichier ZIP ou archive conforme aux standards QGIS, prêt à être installé directement depuis l'interface QGIS ou via dépôt interne validé par l'IT CEA) ;
 - Une archive GIT incluant :
 - Les fichiers sources.
 - Les projets et/ou « Makefile ».
 - Les outils de génération et de compilation.
 - La documentation technique (DSL, DCL, DCD, PGCE, ...).
 - La documentation de la version (MI, MU, ME, ...).
 - Des supports de formation.
 - La description des modifications apportées par rapport à la précédente version du logiciel plugin et des causes de ces modifications (« changelog »).
 - Le PV de recette « usine ».
 - Le bordereau de livraison avec les informations suivantes : historique des versions du plugin et de ses dépendances, liste des anomalies corrigées, liste des évolutions implémentées, état des lieux de la documentation,

Une livraison incomplète du plugin est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

4.1.4 Recette CEA

La recette au CEA s'échelonne sur 1 mois.

Elle consiste à installer la première version du plugin, préalablement validée par le titulaire (recette « usine »), sur une plateforme de recette (ou maquettage), à la recompiler puis à passer l'intégralité du plan de test afin de vérifier la conformité de l'application aux besoins utilisateurs.

Un représentant du titulaire doit être présent le temps du passage du plan de test par le CEA (estimé à 10 jours ouvrés).

Les anomalies détectées ou les demandes d'assistance sont traitées selon les procédures de maintenance corrective (Cf. §5.3.1).

La non validation d'un document (DSL, DCL, DCD, PGCE, MI, MU, ME, ...) après plusieurs indices (>4) est considéré comme un NRP majeur par le CEA.

La non validation de la première version du plugin après plusieurs itérations (>3) est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

La validation du plugin ne peut avoir lieu que si aucune anomalie bloquante, ni majeure n'existe. Si le CEA constate que le plugin est conforme aux attendus, il établit un PV de réception provisoire, avec (présence d'anomalies non bloquantes et mineures) ou sans réserve.

Débute alors le poste 20 – VSR (Vérification en Service Régulier).

4.2. Poste 20 (ferme) : VSR

La VSR au CEA s'échelonne sur 1 mois.

Elle consiste à installer le plugin sur une autre plateforme de recette (ou qualification) et à vérifier sa parfaite intégration dans son environnement de pré-production.

Les anomalies détectées ou les demandes d'assistance sont traitées selon les procédures de maintenance corrective (Cf. §5.3.1).

À l'issue de cette période, le CEA prononce la réception définitive de la première version du plugin, sous réserve d'éléments jugés non conformes, s'il en existe. La réception définitive fait l'objet d'un procès-verbal établi par le CEA.

Dans le cas de trop nombreuses ou importantes non-conformités, le CEA peut prononcer l'ajournement de la réception définitive dans les conditions prévues à l'article 33.4 des CGA.

La période de VSR est prorogée de 1 mois, à la demande du CEA, si le titulaire a livré au CEA, dans les 15 jours précédant l'échéance de cette période, une nouvelle version de l'application corrigeant les non-conformités signalées et ce, afin de permettre au CEA de tester cette nouvelle version. La réception définitive du plugin met fin à ce poste 20 - VSR.

4.3. Poste 30 (ferme) et 50 (option 1) : Maintenance corrective

Ces postes consistent à traiter toutes les anomalies ou les demandes d'assistance sur le plugin selon les procédures de maintenance corrective (Cf. §5.3.1) et de gestion des demandes (Cf. §5.3.3).

La maintenance corrective est assurée une première fois pour 1 an ferme (poste 30).

Elle peut être reconduite 1 fois sur la même durée (poste 50 – option 1).

4.4. Poste 40 (ferme) et 60 (option 2) : Maintenance évolutive (en dépense contrôlée)

Ces postes consistent à traiter toutes les demandes d'évolutions sur le plugin selon les procédures de maintenance évolutive (Cf. §5.3.2) et de gestion des demandes (Cf. §5.3.3).

La maintenance évolutive est assurée une première fois pour 1 an ferme, en dépense contrôlée (poste 40). Elle peut être reconduite 1 fois sur la même durée, toujours en dépense contrôlée (poste 60 – option 2).

Note : Les périodes de maintenance évolutive ne peuvent s'exécuter en dehors d'une période de maintenance corrective. Ainsi, une phase de maintenance évolutive ne peut se terminer après une phase de maintenance corrective.

Chaque évolution validée par le CEA est ensuite garantie 6 mois (Cf. §5.3.3.8).

5. PROCESSUS DE MISE EN ŒUVRE DE LA PRESTATION

5.1. Acteurs, rôles et missions pour la prestation

5.1.1 Responsable logiciel du CEA

Le responsable du plugin au sein du CEA a pour mission de :

- Suivre le déroulement des travaux de développement et de maintenance.
- Réceptionner les demandes (modifications, anomalies ou évolutions) en provenance des utilisateurs du plugin.
- Qualifier, clarifier, documenter et valider ces demandes.
- Transmettre ces demandes au titulaire.
- Accepter ou refuser les devis transmis par le titulaire concernant les demandes d'évolution ou de modification.
- Définir avec le responsable du titulaire le contenu des versions successives plugin et la planification de la livraison.
- Organiser la validation des versions livrées.
- S'assurer du déploiement effectif des versions livrées.

Toutes ces missions s'inscrivent dans un planning cohérent avec les priorités du CEA, la disponibilité des différents intervenants sur le plugin côté CEA, notamment les utilisateurs, et enfin avec la charge estimée par le titulaire conformément aux règles définies dans l'application de la prestation (délais de traitement par exemple).

5.1.2 Equipe du Titulaire

Elle est constituée d'un responsable et d'un ensemble d'intervenants pour la réalisation des travaux.

Le CEA attend du responsable du titulaire les actions suivantes :

- Assurer la gestion de projet (Cf. §5.2).
- Organiser et planifier les actions de l'équipe.
- S'assurer de la réalisation effective des travaux.
- Enregistrer les demandes (modifications, anomalies ou évolutions) émises par le responsable logiciel du CEA.
- Notifier et justifier au responsable logiciel du CEA, le refus de certaines demandes.
- Valider et transmettre au responsable logiciel du CEA les devis concernant les demandes d'évolution ou de modification.
- Définir avec le responsable logiciel du CEA le contenu des versions successives du plugin et la planification des livraisons.
- Organiser la validation des corrections et développements.
- Valider et déclencher la livraison des versions du plugin.

Si une des actions du responsable du titulaire n'est pas remplie, le CEA considère cela comme un NRP mineur. Au-delà de 3 actions non remplies consécutivement, le CEA considère le NRP comme majeur.

Le CEA attend de l'équipe du titulaire les actions suivantes :

- Réaliser les développements (spécifications / conception, développement, documentation, tests).
- Qualifier et analyser les demandes (modifications, anomalies ou évolutions).
- Evaluer et rédiger les devis.
- Réaliser les modifications et évolutions demandées.
- Préparer les nouvelles versions du plugin.
- Effectuer les différents tests.
- Mettre à jour et gérer la documentation du plugin.

Si une des actions de l'équipe du titulaire n'est pas remplie, le CEA considère cela comme un NRP mineur. Au-delà de 3 actions non remplies consécutivement, le CEA considère le NRP comme majeur.

Le CEA considère le non-respect des délais côté titulaire comme un NRP mineur, qui peut être requalifié en majeur selon l'importance du retard (50% du délai imparti) ou le nombre de non-respects de délais constatés (au-delà de 5).

5.2. Gestion de projet

Le titulaire doit assurer les tâches suivantes (liste non exhaustive) :

- Le suivi et le pilotage de la prestation.
- La présentation des activités (interventions réalisées, en cours et à venir, statistiques sur l'activité, ...) lors des réunions (voir ci-dessous).
- La rédaction des comptes rendus de réunion (voir ci-dessous).

5.2.1 Réunion de démarrage

La réunion de démarrage est composée de représentants du CEA et du titulaire. Elle se tient, soit dans les locaux du CEA, soit par téléphone ou visio-conférence. Ses missions sont, entre autres :

- Présenter les équipes du titulaire et du CEA.
- S'assurer de la compréhension mutuelle des attendus de la prestation.
- Entériner les modalités de la prestation encore en suspens (matériels, logiciels, procédures, ...).
- Présenter le planning de réalisation mis à jour.
- Enclencher le poste 10 – Développement.

Le compte rendu de la réunion de démarrage est rédigé par le titulaire sous 2 jours ouvrés. Le CEA dispose de 10 jours ouvrés, à la suite de sa livraison, pour le valider ou faire part de ses remarques au titulaire.

5.2.2 Comité de suivi

Le comité de suivi est composé de représentants du CEA et du titulaire. Ses missions sont :

- Au cours du poste 10 – Développement (Cf. §4.1) :
 - Présenter une synthèse des travaux en cours.
 - Présenter une synthèse des risques, problèmes, actions correctives.

- Présenter le planning de réalisation mis à jour.
- Statuer sur les NRP mineurs, suivre leur correction effective et faire appliquer les pénalités s'ils ne sont pas corrigés.
- Au cours de la VSR (Cf. §4.2) :
 - Présenter une synthèse des fiches d'anomalie en cours.
 - Présenter les calendriers de livraison et d'intervention sur site.
 - Statuer sur les NRP mineurs, suivre leur correction effective et faire appliquer les pénalités s'ils ne sont pas corrigés.
- Au cours de la TMA (Cf. §4.3 et §4.4) :
 - Présenter une synthèse des fiches d'anomalie en cours.
 - Présenter une synthèse des fiches d'évolution en cours.
 - Présenter les calendriers de livraison et d'intervention sur site.
 - Statuer sur les NRP mineurs, suivre leur correction effective et faire appliquer les pénalités s'ils ne sont pas corrigés.

Le compte rendu du comité de suivi est rédigé par le titulaire sous 2 jours ouvrés. Le CEA dispose de 10 jours ouvrés, à la suite de sa livraison, pour le valider ou faire part de ses remarques au titulaire.

La tenue des comités de suivi est mensuelle.

Si une des missions du comité de suivi coté titulaire n'est pas remplie du fait du titulaire, le CEA considère cela comme un NRP mineur.

5.2.3 Réunions techniques

Les réunions techniques concernent pour l'essentiel le responsable du CEA et le responsable du titulaire.

Elles sont organisées, si nécessaire, par l'une des deux parties, pour clarifier des points techniques.

Le titulaire rédige un compte rendu succinct sous forme de mail sous 2 jours ouvrés. Le CEA dispose de 5 jours ouvrés, à la suite du mail, pour le valider ou faire part de ses remarques au titulaire.

5.2.4 Réunion de clôture

La réunion de clôture est composée de représentants du CEA et du titulaire. Elle se tient, soit dans les locaux du CEA, soit par téléphone ou visio-conférence.

Elle est organisée :

- À l'issue du poste 20 – VSR (Cf. §4.2).
- À la fin de la prestation.

Ses missions sont, entre autres :

- À la fin de la VSR :
 - Présenter une synthèse des événements survenus pendant les postes 10 – Développement et 20 – VSR.

- Faire le point sur les FA non bloquantes éventuelles.
- Envisager le premier train de maintenance évolutive dans le cadre de la phase de TMA.
- Présenter le planning de réalisation mis à jour.
- À la fin de la prestation :
 - Présenter un bilan global de la prestation.
 - Faire le point sur les FA et FE en suspens.
 - S'assurer de la bonne réception par le CEA de la version finale du plugin.
 - S'assurer de la bonne réalisation de la réversibilité si elle a eu lieu.

Le compte rendu de la réunion de clôture est rédigé par le titulaire sous 2 jours ouvrés. Le CEA dispose de 10 jours ouvrés, à la suite de sa livraison, pour le valider ou faire part de ses remarques au titulaire.

5.3. Gestion de la maintenance

Les processus décrits ci-dessous s'appliquent dans les postes de VSR (Cf. §4.2) et de maintenances (§4.3 et §4.4).

Il s'agit de maintenir en état de fonctionnement des versions données du plugin en assurant les prestations connexes à :

- La maintenance corrective,
- La maintenance évolutive.

On peut se reporter au §1.2 pour leurs définitions et contenus.

Les versions maintenues sont toujours les versions considérées comme opérationnelles par le CEA.

5.3.1 Maintenance corrective

Les délais de prise en compte et de réponse à une demande d'assistance qui doivent être appliqués par le titulaire sont les suivants :

- J0 : émission de la demande par le CEA vers le titulaire par courrier électronique ou dans un outil de gestion des demandes.
- J1 = J0 + 1 jour ouvré : accusé réception par le titulaire de la demande, par envoi d'un courrier électronique au CEA.
- J2 = J1 + 2 jours ouvrés : analyse par le titulaire et réponse à la demande transmise au CEA.

Le non-respect des délais dans le cadre d'une demande d'assistance est considéré comme un NRP majeur par le CEA.

Si la demande d'assistance donne lieu à une anomalie ou à une évolution, les processus décrits ci-après s'appliquent alors.

Les délais de prise en compte et de correction d'une anomalie qui doivent être appliqués par le titulaire sont les suivants :

Pour une anomalie bloquante :

- J0 : émission de l'anomalie par le CEA vers le titulaire par courrier électronique ou dans un outil de gestion des demandes.
- J1 = J0 + 1 jour ouvré : accusé réception par le titulaire de la demande, par envoi d'un courrier électronique au CEA.
- J2 = J1 + 3 jours ouvrés : analyse par le titulaire de l'anomalie transmise par le CEA.
- J3 = J2 + 2 jours ouvrés : traitement de la demande, livraison et réception des prestations de maintenance, soit à J1 + 5 jours ouvrés.

Le non-respect des délais dans le cadre d'une anomalie bloquante est considéré comme un NRP majeur par le CEA.

Pour une anomalie non-bloquante :

- J0 : émission de l'anomalie par le CEA vers le titulaire par courrier électronique ou dans un outil de gestion des demandes.
- J1 = J0 + 1 jour ouvré : accusé réception de la demande par envoi d'un courrier électronique au CEA.
- J2 = J1 + 3 jours ouvrés : analyse par le titulaire de l'anomalie transmise par le CEA.
- J3 = la livraison comporte les corrections des anomalies formulées jusqu'à 16 jours ouvrés avant la date de livraison convenue avec le CEA. Les anomalies transmises au titulaire dans les 16 jours précédant la livraison sont intégrées dans une livraison ultérieure. Le titulaire dispose donc au moins de J1 + 15 jours ouvrés pour fournir une correction concernant les anomalies non-bloquantes.

Le non-respect des délais dans le cadre d'une anomalie non bloquante est considéré comme un NRP mineur par le CEA.

En sus des délais eux-mêmes, la non réalisation d'une des actions mentionnées ci-dessus (tâches incluses dans la maintenance corrective ou dans le traitement des anomalies) est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

5.3.2 Maintenance évolutive

On peut se reporter au §1.2 pour la définition et contenu de la maintenance évolutive.

La maintenance évolutive comprend :

- L'étude de la demande formulée par le CEA dans le cadre de la maintenance évolutive (spécifications générales et mise à niveau de l'architecture technique).
- Le chiffrage et l'établissement du devis en réponse à la demande formulée par le CEA.
- L'élaboration des spécifications fonctionnelles détaillées.
- La réalisation des adaptations, évolutions et/ou travaux connexes conformément à la demande du CEA.
- La mise à jour systématique de l'ensemble de la documentation.
- La validation d'aptitude fonctionnelle (VAF) du nouvel ensemble applicatif.
- La validation d'aptitude technique (VAT) du nouvel ensemble applicatif.
- L'acceptation du nouvel ensemble applicatif.

Les devis détaillés – faisant clairement apparaître la charge de développement pur (codage) et les tâches annexes (analyse et spécification, tests, mise à jour de la documentation, packaging et livraison, gestion de projet, ...) – à fournir par le titulaire suite aux demandes formulées par le CEA sont remis au CEA dans les 8 jours ouvrés après la demande faite au titulaire.

Le non-respect des délais est considéré comme un NRP mineur par le CEA.

La non-réalisation d'une des actions décrites ci-dessus (tâches incluses dans la maintenance évolutive ou dans le traitement des demandes d'évolution) est considérée comme un NRP mineur par le CEA.

5.3.3 Gestion d'une demande d'assistance, de correction ou d'évolution

Toute anomalie constatée, toute assistance souhaitée et toute évolution font l'objet d'une demande gérée selon le cycle décrit ci-après, avec éventuellement des conditions particulières qui auront été spécifiées.

Les grandes étapes du cycle de vie d'une demande sont les suivantes :

- Emission de la demande (FA ou FE) par le CEA.
- Enregistrement de la demande par le titulaire.
- Analyse de la demande par le titulaire.
- Si refus de la demande : décision du responsable logiciel du CEA sur la suite à donner à ce refus dûment justifié et limité aux cas énoncés dans le chapitre 5.3.3.3, de la part du titulaire, d'une demande d'anomalie ou d'assistance ou sur la suite à donner à un devis concernant une demande d'évolution.
- Traitement de la demande par le titulaire.
- Livraison des prestations de maintenance.
- Réception des prestations de maintenance.

5.3.3.1. Emission de la demande par le CEA

Les demandes sont généralement issues des utilisateurs du plugin et parfois du service exploitation du CEA (pour des modifications planifiées de l'environnement d'exploitation ou des problèmes qui lui sont liés) ou du responsable logiciel du CEA lui-même.

Il revient ensuite au responsable logiciel du CEA de qualifier, de valider et de reformuler éventuellement ces demandes avant de les émettre auprès du responsable du titulaire.

Ces demandes sont émises par mail à une adresse électronique (du titulaire) dédiée à la prestation ou déclarées dans un système de suivi des demandes mis à disposition par le titulaire.

5.3.3.2. Enregistrement de la demande par le Titulaire

L'enregistrement de la demande indique que le titulaire est en mesure de prendre en compte la demande. Cet enregistrement est signifié par un mail du responsable du titulaire au responsable logiciel du CEA. Les délais contractuels sont comptés à partir de cet instant.

Ne pas signifier cet enregistrement est considéré comme un NRP mineur par le CEA.

5.3.3.3. Analyse de la demande par le Titulaire

Le titulaire transmet l'analyse par courrier électronique, dans les délais contractuels, au responsable logiciel du CEA.

Ne pas transmettre cette analyse est considéré comme un NRP mineur par le CEA.

Pour le responsable du CEA, le résultat en est, selon le type de demande :

- Pour une anomalie ou une demande d'assistance, l'acceptation ou le refus dûment justifié (voir cas de refus ci-après).
- Pour une demande d'évolution, l'établissement d'un devis.

Les cas de refus d'une anomalie ou d'une demande d'assistance sont les suivants :

- Anomalie causée par un défaut de fonctionnement de la plateforme opérationnelle.
- Version du plugin non maintenue.
- Niveau de gravité affecté non conforme à la nature de l'anomalie.
- Le plugin ou les conditions de son exploitation ont été modifiés par le CEA.
- Assistance sur un outil ne faisant pas partie du plugin ou sur une partie du système global hors du périmètre de la prestation.

5.3.3.4. Décision du responsable logiciel du CEA sur la suite à donner

Dans le cas du refus d'une anomalie ou d'une demande d'assistance dûment justifié et limité aux cas énoncés dans le chapitre précédent, le responsable logiciel du CEA doit acquitter ce refus par courrier électronique à l'adresse électronique (du titulaire) dédiée à la prestation. Le responsable logiciel du CEA peut :

- Clore la demande et la reformuler sous la forme d'une autre demande (une évolution notamment).
- Confirmer la demande et porter le désaccord auprès du comité de pilotage qui statue. La demande (anomalie ou assistance) doit, de toute façon, être reformulée par le responsable logiciel du CEA.

Dans le cas d'un devis pour une demande d'évolution, le responsable logiciel du CEA peut :

- Soit donner son accord pour la réalisation dans les termes et conditions du devis.
- Soit abandonner la demande et la clore.
- Soit éventuellement la reformuler.

En cas d'accord sur un devis, les travaux de réalisation peuvent débuter en fonction du calendrier défini.

5.3.3.5. Traitement de la demande par le Titulaire

Il est à noter qu'une demande d'assistance peut consister en une réponse communiquée par mail ou téléphone et, en cas de succès, entraîne automatiquement la clôture de la demande sans continuer le cycle décrit ici.

La réalisation d'une correction d'anomalie ou d'une évolution se décompose en plusieurs étapes décrites ci-après.

5.3.3.5.1 Prise en charge et réalisation

Il s'agit de :

- Enregistrer le planning et la charge de travail estimés.
- Réaliser la correction d'une anomalie ou l'évolution demandée.
- Mettre à jour l'ensemble de la documentation du plugin, à commencer par le DSL.
- Enclencher la procédure de tests unitaires.

Cinq jours ouvrés au plus tard après sa réactualisation, le DSL est fourni au CEA pour qu'il puisse mettre à jour le cahier de recette et le fournir, en retour, au titulaire pour réaliser sa validation.

5.3.3.5.2 Tests unitaires

Il s'agit de :

- Vérifier, par les tests unitaires, le bon fonctionnement et la conformité de la correction d'une anomalie ou d'une évolution demandée.
- Vérifier la tenue du planning et de la charge de travail.
- Enclencher la procédure de correction en cas d'anomalie constatée ou d'intégration en cas de succès.

5.3.3.5.3 Affectation à une nouvelle version du plugin

En fonction de l'avancement des travaux, la planification de la livraison d'une nouvelle version du plugin et la définition de son contenu sont effectuées par le responsable du titulaire, en accord avec le responsable logiciel du CEA.

Il s'agit de :

- Définir le contenu de la nouvelle version du plugin.
- Affecter les versions des fichiers sources et de la documentation modifiés pour la correction d'une anomalie ou la réalisation d'une évolution demandée, à la nouvelle version du plugin.
- Assurer le respect des délais contractuels.
- Assurer la coordination entre le titulaire et le CEA.
- Enclencher la procédure de vérification.

5.3.3.5.4 Vérification de la nouvelle version du plugin

Il s'agit de :

- Vérifier la présence effective et l'identification de toutes les fonctions modifiées qui ont été intégrées à la nouvelle version du plugin.
- Vérifier, par les tests d'intégration, le bon fonctionnement des fonctions qui ont été modifiées pour la correction des anomalies et la réalisation des évolutions demandées et qui ont été intégrées à la nouvelle version.
- Vérifier, par les tests de non-régression, l'absence d'impacts et/ou d'anomalies pour les autres fonctions du plugin.
- Vérifier, par les tests de validation, le bon fonctionnement de la nouvelle version du plugin.
- Vérifier la mise à jour de la documentation de la nouvelle version du plugin.
- Vérifier la tenue du planning et de la charge de travail.

- Vérifier la présence effective et l'identification de tous les composants à livrer pour la nouvelle version du plugin.
- Vérifier le contenu de la livraison sur les supports et l'identification de ceux-ci (étiquetage).
- Enclencher la procédure de correction en cas d'anomalie constatée ou la procédure de livraison en cas de succès.

5.3.3.6. Livraison des prestations de maintenance

5.3.3.6.1 Livraison des prestations de maintenance corrective

Les prestations sont soumises à des vérifications destinées à constater qu'elles répondent aux stipulations contractuelles.

En cas d'**anomalie bloquante**, la procédure à suivre est la suivante :

- Livraison par le titulaire au responsable logiciel du CEA d'une version corrective, sous forme de binaires, selon les délais définis précédemment ; seules sont validées au préalable les fonctionnalités corrigées et les fonctionnalités éventuellement impactées par les corrections. La documentation est mise à jour ultérieurement.
- Intégration finalisée de la correction, par le titulaire, dans la prochaine version évolutive du plugin, planifiée d'un commun accord entre le CEA et le titulaire. Il s'agit alors d'une livraison complète (archive/installateur, archive GIT des sources et de la documentation, PV de recette « usine »), entièrement validée (Cf. §5.3.3.6.2).

En cas d'**anomalie non bloquante**, la procédure à suivre est la suivante :

- Intégration, par le titulaire, de la correction dans la prochaine version évolutive du plugin, planifiée d'un commun accord entre le CEA et le titulaire. Il s'agit ici aussi d'une livraison complète (archive/installateur, archive GIT des sources et de la documentation, PV de recette « usine »), entièrement validée (Cf. §5.3.3.6.2).

5.3.3.6.2 Livraison des prestations de maintenance évolutive

La livraison des prestations de maintenance évolutive consiste en la livraison d'une version évolutive du plugin.

Une version évolutive du plugin peut intégrer :

- Des corrections d'anomalies (Cf. §5.3.3.6.1) :
 - Intégration finalisée de corrections d'anomalies bloquantes qui ont fait l'objet d'une précédente version corrective ;
 - Intégration, planifiée entre le CEA et le titulaire, de corrections d'anomalies non bloquantes.
- Des évolutions.

En préalable à toute livraison d'une version évolutive du plugin, le titulaire doit fournir un PV signé attestant du passage, avec succès, de l'ensemble des tests (unitaires, intégration, non-régression et validation) et/ou du cahier de recette fourni par le CEA, sur ses plateformes de maintenance.

Une livraison sans PV de recette « usine » du plugin est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

Livrables fournis par le titulaire :

- La nouvelle version complète du plugin comprenant :

- Un package d'installation compatible avec le gestionnaire de plugins QGIS (fichier ZIP ou archive conforme aux standards QGIS, prêt à être installé directement depuis l'interface QGIS ou via dépôt interne validé par l'IT CEA) ;
- Une archive GIT incluant :
 - Les fichiers sources.
 - Les projets et/ou « Makefile ».
 - Les outils de génération et de compilation.
 - La documentation technique (DSL, DCL, DCD, PGCE, ...).
 - La documentation de la version (MI, MU, ME, ...).
 - Des supports de formation.
 - La description des modifications apportées par rapport à la précédente version du plugin et des causes de ces modifications (« changelog »).
- Le PV de recette « usine ».
- Le bordereau de livraison avec les informations suivantes : historique des versions du plugin et de ses dépendances, liste des anomalies corrigées, liste des évolutions implémentées, état des lieux de la documentation,

Les dates de livraisons sont déterminées d'un commun accord entre le titulaire et le CEA.

Une livraison incomplète du plugin est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

5.3.3.7. Réception des prestations de maintenance

5.3.3.7.1 Réception des prestations de maintenance corrective

Les prestations sont soumises à des vérifications par le CEA destinées à constater qu'elles répondent aux stipulations contractuelles.

En cas d'**anomalie bloquante**, la procédure à suivre est la suivante :

- Installation de la version corrective au CEA et vérification du bon fonctionnement des fonctionnalités corrigées et des fonctionnalités éventuellement impactées par les corrections.
- Réception finalisée de la correction, par l'intermédiaire de la réception de la prochaine version évolutive du plugin, planifiée d'un commun accord entre le CEA et le titulaire (Cf. §5.3.3.7.2).

En cas d'**anomalie non bloquante**, la procédure à suivre est la suivante :

- Réception de la correction, par l'intermédiaire de la réception de la prochaine version évolutive du plugin, planifiée d'un commun accord entre le CEA et le titulaire (Cf. §5.3.3.7.2).

5.3.3.7.2 Réception des prestations de maintenance évolutive

La réception consiste à :

- Vérifier la réception effective de la version livrée et la qualité et la conformité de cette livraison. Pour chaque nouvelle version, les livrables définis dans ce cahier des charges font l'objet d'une réception par le CEA. Les livrables suscités sont adressés au responsable logiciel du CEA, pour approbation. Celui-ci se réserve le droit de demander au titulaire toute modification utile de ceux-ci afin de les rendre conformes aux spécifications fonctionnelles et techniques validées

par le CEA. Lorsque toutes les questions ayant fait l'objet d'observations sont résolues, le CEA passe à l'étape ci-dessous.

- Vérifier le fonctionnement de la nouvelle version du plugin. Les étapes de vérification sont :
 - La vérification d'aptitude fonctionnelle (VAF) : le CEA vérifie, selon un délai à convenir avec le titulaire (au maximum un mois), le bon fonctionnement du plugin incluant le nouvel ensemble applicatif, la conformité de la réalisation du nouvel ensemble applicatif aux documentations fonctionnelles et techniques validées, la conformité des performances aux normes du nouvel ensemble applicatif définies lors de la conception technique, la conformité de la documentation livrée aux spécifications fonctionnelles et techniques validées.
 - Si la vérification d'aptitude fonctionnelle n'est pas satisfaisante, le CEA prononce l'ajournement et le titulaire dispose d'un délai à convenir avec le CEA, mais ne pouvant excéder un mois, pour opérer les corrections ou modifications nécessaires.
 - Si, à l'issue de la nouvelle période de vérification, la vérification d'aptitude fonctionnelle n'est pas satisfaisante, le CEA procède au rejet de la réalisation de la nouvelle version du plugin. Si la vérification d'aptitude fonctionnelle est satisfaisante, le CEA passe à la vérification d'aptitude technique (VAT).
 - La vérification d'aptitude technique (VAT) : elle a pour but de vérifier que le nouvel ensemble applicatif respecte toutes les conditions de satisfaction aux normes de production et les impératifs de performances. Le CEA dispose d'un délai à convenir avec le titulaire, au maximum un mois, pour effectuer les tests tels qu'ils sont définis pour procéder à la qualification. Si la qualification n'est pas satisfaisante du fait du titulaire, le CEA prononce l'ajournement et le titulaire dispose d'un délai à convenir avec le CEA, mais ne pouvant excéder un mois, pour opérer les corrections ou modifications nécessaires. Ce délai ne doit pas remettre en cause la planification de la phase d'intégration sur le système de production. Si, à l'issue de la nouvelle période de qualification, la qualification n'est pas satisfaisante du fait du titulaire, le CEA procède au rejet de la réalisation de la nouvelle version du plugin. Si la qualification est satisfaisante, le CEA passe à l'étape ci-dessous.
- Installer en environnement de production, le package contenant tous les composants réalisés par le titulaire et constituant la livraison de la nouvelle version plugin. En cas de non-conformité des procédures d'installation fournies, la mise aux normes est à la charge du titulaire. Si l'installation n'est pas satisfaisante du fait du titulaire, le CEA prononce l'ajournement et le titulaire dispose d'un délai à convenir avec le CEA, mais ne pouvant excéder un mois, pour opérer les corrections ou modifications nécessaires. Si, à l'issue de la nouvelle période d'installation, les résultats ne sont pas satisfaisants du fait du titulaire, le CEA procède au rejet de la réalisation de la nouvelle version du plugin. Si l'installation est satisfaisante, le CEA le constate par procès-verbal. Ce procès-verbal peut éventuellement faire l'objet de réserves qui doivent être levées dans un délai ne remettant pas en cause les délais d'exécution.

La non validation d'un document (DSL, DCL, DCD, PGCE, MI, MU, ME, ...) après plusieurs indices (>4) est considéré comme un NRP majeur par le CEA.

La non validation de la nouvelle version évolutive du plugin après plusieurs itérations (>3) est considérée comme un NRP majeur par le CEA.

La réception de la nouvelle version évolutive du plugin met fin au cycle de vie de toutes les demandes concernées par ladite version.

5.3.3.8. Garantie

La nouvelle version évolutive du plugin entre en période de garantie pour une durée de 6 mois à compter de sa recette effectuée et approuvée par le CEA.

À l'issue de ces 6 mois de garantie et sur décision du CEA, cette nouvelle version évolutive devient la version opérationnelle et rentre de fait dans le processus de maintenance tel que décrit ci-avant.

6. GLOSSAIRE

CDC	Cahier des Charges
DASE	Département Analyse Surveillance Environnement
DCD	Documentation de Conception Détaillée
DCL	Dossier de Conception Logiciel
DSL	Dossier de Spécification Logiciel
FA	Fiche d'Anomalie, décrivant un dysfonctionnement du logiciel
FE	Fiche d'Evolution, décrivant une demande d'évolution fonctionnelle ou technique
GIT	Logiciel de gestion de version utilisé au CEA
ME	Manuel d'Exploitation
MI	Manuel d'Installation
MU	Manuel Utilisateur
NRP	Non-Respect du Processus
OS	Operating System
OSI	Open Source Initiative
PAQP	Plan d'Assurance Qualité Particulier
(P)BPU	(Prestation sur) Bordereau de Prix Unitaire
PGCE	Procédure de Génération du Code Exécutable
PSE	Prestation Supplémentaire Eventuelle
TMA	Tierce Maintenance Applicative
VAF	Vérification d'Aptitude Fonctionnelle
VAT	Vérification d'Aptitude Technique
VSR	Vérification en Service Régulier

7. LISTE DE DIFFUSIONDestinataires :

CEA/DAM/DMSI	R. COSSEC
CEA/DIF/DSTG/SG/BACO	S. THEVENIN
CEA/DIF/DASE	A. TOGNELLI
CEA/DIF/DASE/SRCE	F. LEPRIEUR
CEA/DIF/DASE/SRCE/LHES	J. AMESTOY, L. SCHAPER, B. DU-GARDIN
CEA/DIF/DASE/SRCE/Chrono	<i>Exemplaire de l'émetteur pour archive</i>