

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Réf : CCTP_ASNR 2025_054_3000083733

Sensible : Non

Objet : Refonte partielle et tierce maintenance de l'application MELODIE de l'ASNR.

Documents associés :

Nom et visa des rédacteurs :

ASNR/PSE-ENV/SPDR/UEMIS

R. CHAVES DEPTULSKI

Date : 05/08/2025

Raphaël Chaves Deptulski

Nom et visa du vérificateur :

ASNR/DNUM/SVDDA

B. GULDNER

Date : 12/08/2025



Signé numériquement par
GULDNER Bruno
DN : cn=GULDNER Bruno,
o=ASNR, ou=DNUM/SVDDA,
email=bruno.guldner@asnr.fr
Date : 2025.08.13 12:06:00
+02'00'

Nom et visa de l'approbateur :

ASNR/PSE-ENV/SPDR

C. DEBAYLE

Date : 12/08/2025

C. Debayle

SOMMAIRE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)	1
1. PRESENTATION DE L'ASNR	4
2. OBJET ET CARACTERISTIQUES DU MARCHÉ	4
2.1 Objet du marché public	4
2.2 Type de contrat	4
2.3 Allotissement	4
2.4 Définition des prestations	5
2.4.1 Partie marché ordinaire :	5
2.4.2 Partie à bons de commande :	5
2.5 Durée du marché.....	5
3. CONTEXTE ET OBJECTIFS	6
3.1 L'application MELODIE	6
3.2 Objectifs du projet de refonte	7
4. DESCRIPTION DE LA SOLUTION REQUISE	8
4.1 Périmètre général.....	8
4.2 Architecture technique	8
4.3 Architecture fonctionnelle	9
4.3.1 Composants front-end	9
4.3.2 Composants Back-end (moteur de traitement de données)	10
4.3.3 Composants transversaux (front-end et back-end)	11
4.4 Documentation	12
5. PRESTATIONS ATTENDUES	13
5.1 Phase 1 : Initialisation	13
5.1.1 Prestations attendues	13
5.1.2 Résultats et livrables.....	14
5.1.3 Vérification, admission de la phase d'initialisation	14
5.2 Développements et mise en production de la solution	15
5.2.1 Préambule	15
5.2.2 Phase 2 : Fondations et architecture	15
5.2.3 Phase 3 : Fonctionnalités de base	18
5.2.4 Phase 4 : Visualisation et interactivité	20
5.2.5 Phase 5 : Finalisation et optimisation	22
5.2.6 Livrables communs aux phases de développement	24
5.3 Maintenance applicative.....	25
5.3.1 Maintenance en conditions opérationnelles	25
5.3.2 Maintenance évolutive	28
5.3.3 Réversibilité	30
6. MODALITES D'EXECUTION DES PRESTATIONS	31
6.1 Dispositions générales	31
6.1.1 Lieux d'exécution des prestations	31

6.1.2	Moyens du titulaire.....	31
6.1.3	Audit des prestations	31
6.1.4	Confidentialité	31
6.1.5	Suivi de la prestation et indicateurs	31
6.2	Exigences sur les développements.....	32
6.2.1	Code source	32
6.2.2	Interface utilisateur	32
6.2.3	Sécurité.....	32
6.2.4	Contexte réglementaire	33
6.2.5	Composants logiciels.....	33
6.2.6	Evolutivité	34
6.2.7	Données	34
7	ANNEXE 1 : MELOVIEW, MELOBUILD	35
7.1	Etat de l'art de Meloview	35
7.1.1	Introduction et présentation générale.....	35
7.1.2	Composants Front-End (Interface Utilisateur).....	36
7.1.3	Composants Backend et Traitement des Données	40
7.1.4	Intégration Front-End/Backend.....	42
7.1.5	Aspects techniques transverses.....	43
7.1.6	Conclusion	43
7.2	État de l'art de Melobuild.....	44
7.2.1	Introduction et présentation générale.....	44
7.2.2	Interface utilisateur (IHM)	44
8	ANNEXE 2 : MODELE DE SOMMAIRE PPAQ	50

1. PRESENTATION DE L'ASNR

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) assure, au nom de l'État, le contrôle des activités nucléaires civiles en France.

Sa création, en date du 1^{er} janvier 2025, a été inscrite dans le texte de la loi n° 2024-450 du 21 mai 2024 relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire.

En tant qu'Autorité administrative indépendante (AAI), elle est dirigée par un collège de cinq commissaires qui définit la politique générale de l'Autorité en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, dans toutes les missions qui sont les siennes : recherche, expertise, réglementation et contrôle, ainsi que le dialogue avec la société sur les sujets qui la concernent, la gestion des situations d'urgence radiologique et le développement d'une culture de la radioprotection.

L'ASNR est implantée sur l'ensemble du territoire français. Son siège est à Montrouge et elle dispose de 11 divisions (Bordeaux, Caen, Châlons-en-Champagne, Dijon, Lille, Lyon, Marseille, Nantes, Orléans, Paris, Strasbourg) lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les départements et régions d'outre-mer. Elle est également établie à Fontenay-aux-Roses et Cadarache, sites principaux de l'expertise et de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection, ainsi qu'au Vésinet, site principal de la surveillance de l'environnement. Elle dispose également d'antennes d'expertise et de recherche à Cherbourg, les Angles et Tahiti.

Elle exerce son expertise et sa décision dans les domaines suivants :

- La surveillance radiologique de l'environnement et l'intervention en situation d'urgence radiologique ;
- La radioprotection de l'homme ;
- La prévention des accidents majeurs dans les installations nucléaires ;
- La sûreté des réacteurs ;
- La sûreté des usines, des laboratoires, des transports et des déchets ;
- L'élaboration de la réglementation et l'instruction des demandes d'autorisations individuelles pour les installations nucléaires et le nucléaire de proximité
- Le contrôle des activités nucléaires civiles tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains

Les activités de recherche de l'ASNR, réalisées le plus souvent dans le cadre de programmes internationaux, lui permettent de maintenir et de développer son expertise et d'asseoir sa stature internationale de spécialiste des risques dans ses domaines de compétence.

Les informations sont disponibles sur le site www.asnr.fr.

Le service des pollutions et des déchets radioactifs (SPDR) et l'unité d'expertise et de modélisation des installations de stockage (UEMIS) :

Le SPDR est chargé de réaliser des expertises, études et recherches spécialisées sur les enjeux relatifs aux transferts terrestres des radionucléides et toxiques chimiques (milieu géologique, sols et sous-sols) et à l'évolution à long terme de situations liées à l'exploitation des sites miniers d'uranium, à l'exploitation de sites de stockages de déchets radioactifs (y compris les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium) et aux pollutions radioactives ou mixtes (y compris suite à un accident).

Les missions générales de l'UEMIS sont d'expertiser la sûreté des installations de stockage de déchets radioactifs en surface et en couches géologiques et de réaliser les études de modélisation en support à ces expertises.

2. OBJET ET CARACTERISTIQUES DU MARCHE

2.1 Objet du marché public

Le présent marché a pour objet la refonte partielle et la tierce maintenance de l'application MELODIE de l'ASNR.

2.2 Type de contrat

Le présent marché comprend une partie marché ordinaire et une partie accord-cadre à bons de commande, en application des articles L. 2125-1 1°, R. 2162-2 alinéa 2, R. 2162-4 à R. 2162-6, R. 2162-13 et R. 2123-14 du code de la commande publique.

2.3 Allotissement

La consultation ne comprend qu'un seul lot.

2.4 Définition des prestations

Les prestations prévues sont les suivantes :

2.4.1 Partie marché ordinaire :

La partie marché ordinaire est décomposée en 5 phases d'exécution séquentielle :

- **Phase 1 : Initialisation ;**
- **Phase 2 : Fondations et architecture ;**
- **Phase 3 : Fonctionnalités de base ;**
- **Phase 4 : Visualisation et interactivité ;**
- **Phase 5 : Finalisation et optimisation ;**

2.4.2 Partie à bons de commande :

Maintenance corrective, adaptative, évolutive et réversibilité sous la forme d'un accord-cadre à bons de commande comprenant des unités d'œuvre « UO » définies à l'article 6.3 du présent CCTP.

2.5 Durée du marché

Le présent marché est conclu à compter de la date de notification et prendra fin à l'achèvement des prestations. Son début d'exécution est fixé à sa date de notification.

- La durée d'exécution de la phase 1 est de six semaines au maximum.
- La durée d'exécution de la phase 2 est de 4 mois au maximum.
- La durée d'exécution de la phase 3 est de 4 mois au maximum.
- La durée d'exécution de la phase 4 est de 4 mois au maximum.
- La durée d'exécution de la phase 5 est de 3 mois au maximum.

La partie à bons de commande est d'une durée de 12 mois à compter de la date d'admission de la phase n°5.

Elle n'est pas reconductible.

Conformément aux dispositions de l'article 5.3 du CCAP, dans le cas où un marché est exécuté par l'émission de bons de commande, ces derniers peuvent être émis jusqu'au dernier jour de validité de l'accord-cadre mais leur exécution doit être terminée au plus tard 6 mois suivant la fin dudit accord-cadre.

3. CONTEXTE ET OBJECTIFS

3.1 L'application MELODIE

Dans le cadre de ses expertises en sûreté nucléaire, notamment de celles des stockages de déchets radioactifs, le SPDR évalue les différentes hypothèses d'écoulement et transport des polluants, les voies de transfert des radionucléides ainsi que leurs débits molaires et les temps de transfert associés, ou encore la localisation des exutoires dans la biosphère.

En support à ces évaluations, le SPDR développe le logiciel MELODIE (**M**odèle d'**E**valuation à **L**ong terme des **D**échets **I**rradiants **E**nterrés) afin de simuler différents phénomènes et d'évaluer leur impact sur la sûreté. Il permet de modéliser le relâchement et la migration de radionucléides jusqu'aux exutoires de la géosphère.

Ce logiciel a été créé dans les années 90, est installé sur des serveurs appartenant à l'ASNR et fonctionne dans un environnement UNIX. Il a subi des évolutions régulières depuis.

Les différents composants du logiciel MELODIE sont présentés dans le schéma suivant :

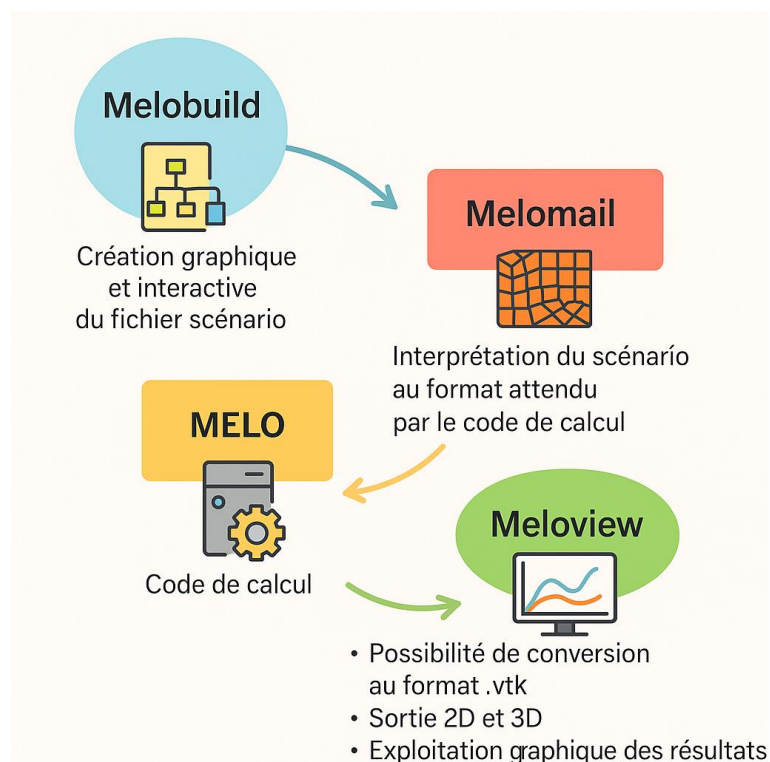


Figure 1: Schéma de fonctionnement de l'outil MELODIE avec ses outils auxiliaires.

- **MELO** est le code de calcul du logiciel MELODIE. Il est écrit en Fortran 70/90/03. Ce logiciel permet une modélisation globale d'un site de stockage en tenant compte des processus phénoménologiques les plus importants tout en recherchant une représentation simplifiée. Les phénomènes sont modélisés par des équations aux dérivées partielles résolues par une discrétisation spatiale et temporelle à paramètres distribués sur un maillage. Les nœuds de ce maillage sont les points spécifiques où les variables continues sont discrétisées. Le code permet la modélisation en deux dimensions (2D) ou trois dimensions (3D) des sites géologiques et des infrastructures de stockage des déchets, notamment les déchets radioactifs.

- **MELOMAIL** est le mailleur du logiciel MELODIE et l'outil de création du « fichier entrée » du code de calcul MELO.

Il est écrit en Fortran. Des maillages externes peuvent être lus par le mailleur du logiciel MELOMAIL. Des liens existent pour les mailleurs « open source » comme Gmsh.

- **MELOBUILD** est un outil graphique de pré-traitement des simulations réalisées par le logiciel MELO. Il est écrit en langage C++ avec la librairie graphique VTK. Il permet une manipulation aisée de la construction du modèle et une utilisation conviviale d'outils de création de commandes pour le mailleur MELOMAIL. Il permet la génération d'un fichier « scenario » qui regroupe les données nécessaires à un calcul avec le code de calcul MELO en 2 ou 3 dimensions ainsi que la vérification de la construction des modèles. Cette partie est couplée avec le générateur de fichiers de données MELOMAIL. Les actions interactives servant à créer le modèle et à le modifier sont traduites par des commandes qui sont enregistrées et lues par MELOMAIL pour la création du fichier entrée.

• **MELOVIEW** est un outil graphique qui permet la visualisation des résultats et peut servir également comme aide à la construction du modèle. Il est développé à partir du produit PARAVIEW, logiciel « open source » développé par la société Kitware (USA) qui peut également servir comme outil de visualisation des résultats. En annexes 1 et 2 est présenté l'état de l'art des fonctionnalités des outils en cours d'utilisation.

Les utilitaires de post-traitement et pré-traitement sont uniquement disponibles pour un environnement de travail de type Linux avec une configuration bien particulière (gcc 4.1.2, make et CMake version 2.8 minimum).

Une modélisation dans MELODIE peut être divisée en trois étapes :

- La première étape de pré-traitement du modèle comprend la conception de la géométrie (création du maillage) puis la paramétrisation physique et numérique de ce dernier et enfin la définition du type de calcul à réaliser (écoulement permanent, transport, ...) ;
- La seconde étape intègre les processus de résolution (solveur) en passant par les phénomènes physico-chimiques pris en compte et les méthodes numériques utilisées pour leurs résolutions dans le code de calcul MELO ;
- La troisième étape de post-traitement du modèle se traduit par l'exploitation des résultats. L'accès à la liste des champs disponible dans la structure des données résultats permet d'en calculer des nouveaux, d'en extraire des sous parties et de les visualiser sous forme de cartographie, d'iso-valeur ou encore de courbes.

3.2 Objectifs du projet de refonte

Le logiciel MELODIE nécessite une modernisation de son interface graphique pour répondre aux besoins actuels des utilisateurs et s'adapter aux évolutions des systèmes d'exploitation. Cette modernisation implique le développement de nouvelles versions des composants MELOBUILD et MELOVIEW, dans l'objectif de disposer d'une architecture unifiée plus moderne et évolutive.

L'objectif principal est par conséquent de fournir une interface utilisateur performante et intuitive permettant d'exploiter pleinement les capacités de MELODIE, tout en adoptant une approche de développement progressive et structurée.

4. DESCRIPTION DE LA SOLUTION REQUISE

4.1 Périmètre général

La solution, pouvant être de structure modulaire, doit être basée sur une architecture de pipeline de traitement de données modulaire équivalente à celle utilisée dans le logiciel PARAVIEW. En effet, Il est important que le traitement des données soit partagé et effectué par étapes, constituant des objets qui seront validés avant de passer à l'étape suivante. Cela permettra un suivi optimal du processus de traitement, l'utilisation des objets individuellement aura pour but de minimiser les risques de panne du système en cas de tentative d'ouverture d'un fichier corrompu par exemple.

Cette application comprend :

- Une interface utilisateur moderne et adaptable ;
- Un système de pipeline basé sur des nœuds modulaires de traitement ;
- Des capacités de visualisation scientifique avancées ;
- Un mécanisme d'extension pour ajouter de nouvelles fonctionnalités.

La solution devra :

- Offrir une interface intuitive et personnalisable ;
- Permettre le traitement efficace de données scientifiques volumineuses ;
- Fournir des outils de visualisation 2D et 3D performants ;
- Assurer une extensibilité pour les développements futurs.

La solution proposée doit conduire à un ou plusieurs logiciels, mais la visualisation doit se faire à travers une interface Homme machine unique (visualisation de MeloBuild et MeloView).

4.2 Architecture technique

L'architecture de MeloView est conçue pour garantir modularité, évolutivité et performance, en séparant clairement l'interface utilisateur (*front-end*) de la logique de traitement des données (*back-end*).

Elle s'appuie sur les principes suivants :

- **Découplage *front-end* / *back-end*** : L'interface utilisateur et le moteur de traitement sont indépendants et communiquent via des interfaces bien définies.
- **Pipeline de traitement nodal** : Toutes les données exploitables dans l'outil sont organisées sous forme de nœuds connectés, chaque nœud réalisant une opération spécifique sur les données.
- **Typage fort et validation** : Les échanges de données entre nœuds sont typés et validés pour garantir la robustesse du système.
- **Extensibilité** : L'architecture permet d'ajouter facilement de nouveaux nœuds, de nouveaux types de données ou de nouvelles vues sans remettre en cause l'existant. Cela permet de traiter des données de différents versions et/ou formats.
- **Persistance et traçabilité** : Les configurations de pipeline, paramètres et scénarios sont sauvegardables et exportables pour assurer la reproductibilité et la traçabilité des simulations.

- **Modularité du code** : Chaque composant logiciel (*front-end* ou *back-end*) doit être développé comme un module indépendant, avec des interfaces claires, afin de permettre à plusieurs développeurs de travailler simultanément et de faciliter la maintenance et l'extension du projet.
- **Intégration et Déploiement Continu (CI/CD)** : Toutes les étapes du développement doivent suivre les bonnes pratiques CI/CD : gestion de versions, tests automatisés, intégration continue, déploiement automatisé, revue de code systématique.
- **Compatibilité du logiciel** : Afin d'accroître le nombre d'utilisateurs du logiciel MELODIE, la nouvelle interface graphique devra être compatible avec les systèmes d'exploitation Windows et Linux. Les procédures d'installation devront être simplifiées et adaptées à chaque système d'exploitation.

4.3 Architecture fonctionnelle

4.3.1 Composants front-end

Le schéma conceptuel suggéré pour l'outil numérique est présenté dans la figure suivante :

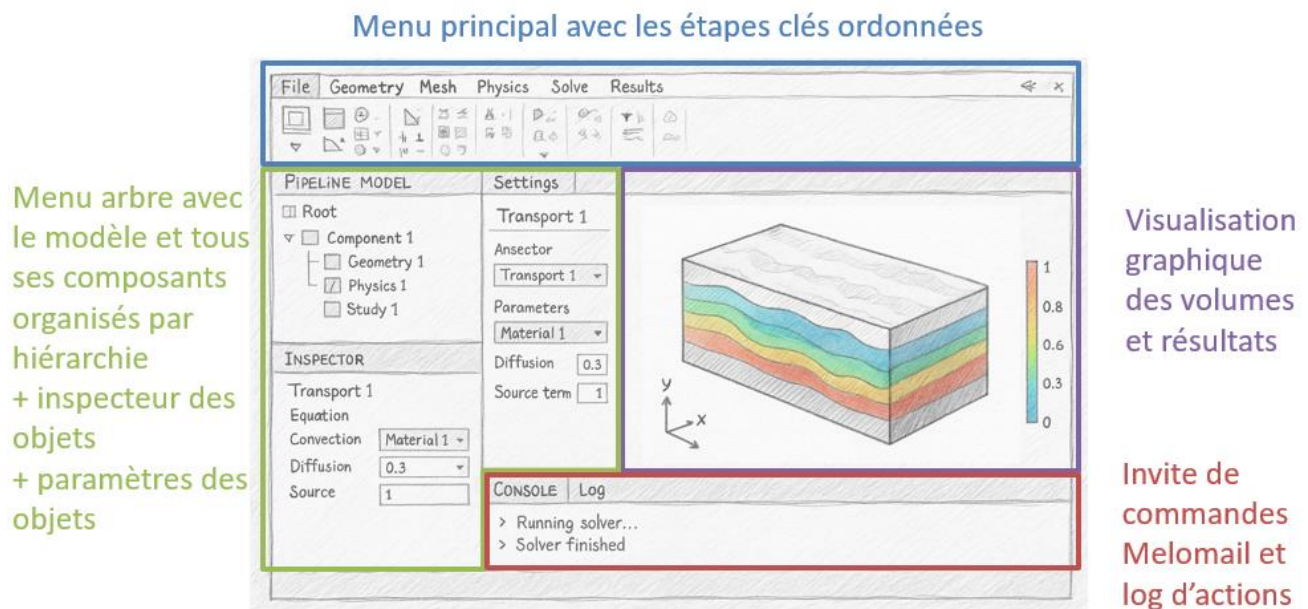


Figure 2: Exemple de concept pour l'interface de l'utilisateur

Ces composants constituent l'interface visible avec laquelle l'utilisateur interagit directement.

4.3.1.1 Interface graphique de l'utilisateur :

L'interface graphique devra comprendre :

- **Fenêtre principale et panneaux dockables** : Conteneurs repositionnables permettant une organisation flexible de l'espace de travail ;
- **Ruban contextuel et barres d'outils** : Regroupement des commandes par catégories et contextes d'utilisation ;
- **Menus contextuels** : Accès rapide aux fonctionnalités selon le contexte actif ;
- **Raccourcis clavier** : Bindings pour accélérer l'accès aux commandes fréquentes ;
- **Aide contextuelle** : Documentation intégrée accessible depuis l'interface.

4.3.1.2 Visualisation et affichage :

- **Visualiseur 2D et 3D interactif** : Affichage des géométries, maillages et résultats volumiques ;
- **Contrôles de visualisation** : Outils de navigation (rotation, zoom, panoramique) et manipulation de la vue ;
- **Contrôles de rendu** : Sélecteurs pour modes d'affichage (volumes, surfaces, nœuds, wireframe, etc.) ;
- **Filtres de rendu** : Modificateurs d'affichage (coupe, tranche, filtre d'éléments par domaine ou intervalle de variables) ;
- **Générateur de graphiques 2D** : Interface de création et personnalisation de courbes et graphiques ;
- **Gestionnaire de vues** : Enregistrement et rappel de points de vue et configurations d'affichage.

4.3.1.3 Éditeurs et formulaires :

- **Formulaires d'édition de propriétés** : Interface de saisie et modification des paramètres ;
- **Éditeur de domaines** : Interface de définition des caractéristiques des milieux ;
- **Éditeur de conditions limites** : Formulaire de configuration des conditions aux limites ;
- **Assistant de configuration** : Interface guidée étape par étape pour la création de scénarios ;
- **Gestionnaire de versions** : Interface de suivi et comparaison des modifications.

4.3.1.4 Explorateurs et sélecteurs :

- **Navigateur de projet** : Vue arborescente des données et structures du modèle ;
- **Explorateur de bibliothèques** : Interface de parcours des paramètres et fonctions disponibles ;
- **Sélecteur d'entités géométriques** : Outils interactifs pour sélectionner nœuds, éléments et zones ;
- **Gestionnaire multi-configurations** : Interface de gestion des variantes du modèle.

4.3.1.5 Console et monitoring :

- **Console interactive** : Terminal de commandes intégré avec l'outil Melomail ;
- **Afficheur de journaux** : Vue structurée des messages avec filtrage par catégorie et niveau : information, alerte, erreur, débogage, etc. ;
- **Indicateurs d'état** : Affichage visuel de l'état du système et des opérations en cours ;
- **Gestionnaire de notifications** : Système d'alertes et informations contextuelles.

4.3.2 Composants Back-end (moteur de traitement de données)

Ces composants réalisent les opérations de calcul, traitement, et gestion des données sans interface directe avec l'utilisateur.

4.3.2.1 Noyau du pipeline :

- **Système de nœuds** : Classes fondamentales définissant la structure et le comportement des nœuds ;
- **Gestionnaire de pipeline** : Coordinateur central gérant l'exécution du pipeline ;

- **Moteur d'ordonnancement** : Système déterminant l'ordre optimal d'exécution des nœuds ;
- **Gestionnaire de dépendances** : Mécanisme de suivi des relations entre nœuds et de détection des cycles.

4.3.2.2 Traitement des données :

- **Moteur d'importation/exportation** : Lecteurs et écrivains pour divers formats de fichier ;
- **Système de filtrage** : Algorithmes de transformation et manipulation des données ;
- **Moteur d'exécution** : Système d'évaluation conditionnelle et optimisée des nœuds.

4.3.2.3 Gestion des modèles :

- **Gestionnaire de géométrie** : Structures de données et algorithmes pour modèles 2D et 3D ;
- **Gestionnaire de maillage** : Structures de stockage et manipulation des maillages ;
- **Base de données de propriétés** : Stockage et organisation des données physico-chimiques ;
- **Indexeur spatial** : Structures d'accélération pour requêtes géométriques.

4.3.2.4 Intégration avec les solveurs :

- **Interface MELO** : Communication avec le solveur MELO et gestion du format de fichiers ;
- **Contrôleur de simulation** : Gestion du lancement, surveillance et arrêt des calculs ;
- **Lecteur de résultats** : Extraction et interprétation des données de simulation ;
- **Validateur de modèles** : Vérification de cohérence et complétude avant simulation.

4.3.3 Composants transversaux (front-end et back-end)

Ces composants nécessitent une intégration étroite entre interface utilisateur et logique de traitement.

4.3.3.1 Gestion de projet et persistance :

- **Gestionnaire de projets** : Sauvegarde et chargement des projets complets ;
- **Système de sérialisation** : Conversion des structures en format persistant et vice-versa ;
- **Gestionnaire de configurations** : Organisation des variantes et scénarios multiples.

4.3.3.2 Gestion des bibliothèques et paramètres :

- **Bibliothèque de paramètres** : Dossier partagé des paramètres physico-chimiques disponibles ;
- **Importateur Melomail** : Système d'importation des fonctions et paramètres depuis Melomail ;
- **Gestionnaire de versions de paramètres** : Contrôle des versions et compatibilité.

4.3.3.3 Validation et cohérence :

- **Système de validation** : Vérification de cohérence entre interface et modèle de données ;
- **Gestionnaire d'erreurs** : Détection, traitement et affichage des erreurs ;
- **Système de contraintes** : Gestion des règles de dépendance et compatibilité entre paramètres.

4.3.3.4 Communication et observation :

- **Système d'événements** : Mécanisme de notification entre composants découplés ;
- **Journalisation** : Enregistrement structuré des opérations et messages systèmes ;
- **Observateurs** : Mécanisme d'observation pour synchronisation état/interface.

4.3.3.5 Extensions et plugins :

- **Système de plugins** : Architecture d'extension pour nouveaux nœuds et fonctionnalités ;
- **API d'extension** : Interfaces publiques pour développement de modules complémentaires ;
- **Gestionnaire de packages** : Installation et configuration d'extensions tierces.

Toutes les fonctionnalités créées doivent être documentées et l'ajout ou nouvelle fonction ou l'édition ou exclusion d'une fonction existante doit être possible. La démarche pour réaliser ce type d'action sera détaillée dans la documentation. L'ajout de nouvelle fonctionnalité simple dans l'outil devra être possible par l'ASNR et la démarche pour le faire documentée dans les livrables.

Le logiciel devra être proposé en français et en anglais, la sélection du langage doit être une option dans le menu de navigation (la possibilité d'avoir d'autres langages devra être laissée en option et pour un développement interne ASNR, la démarche pour le faire sera détaillée dans la documentation) ;

Une aide en ligne en anglais et en français devra être intégrée au logiciel.

4.4 Documentation

L'ASNR mettra à disposition du Titulaire les données d'entrée suivantes :

- Le manuel d'utilisation de la version 5.2 du logiciel MELODIE ;
- La procédure générale de développement de logiciels scientifiques de l'ASNR ;
- La documentation nécessaire à la compréhension des anciens utilitaires graphiques de MELODIE ;
- L'ensemble des codes sources.

5. PRESTATIONS ATTENDUES

Les prestations de la Partie ordinaire du marché se dérouleront selon 5 phases successives comme définies ci-dessous. A l'issue de l'admission de la phase 5, la partie à bon de commande du marché pourra prendre effet.

5.1 Phase 1 : Initialisation

5.1.1 Prestations attendues

Au cours de la phase d'initialisation (prise en charge), le Titulaire effectue toutes les actions nécessaires afin de prendre pleinement possession des différentes applications et être autonome pour mener à bien ses missions. Le Titulaire détermine lui-même avec précision, la liste des actions à mener selon le périmètre applicatif pour lequel il intervient, les prestations à fournir et les niveaux de service attendus par l'ASNR. Il engage les conditions de transfert des prestations, à partir de la situation existante, de telle sorte que les prestations basculent sous son entière responsabilité à la fin de la phase de prise en charge, sans que son intervention puisse être à l'origine d'une interruption des prestations ou d'une dégradation de la qualité de service des prestations produites par l'organisation précédente.

Les objectifs de cette phase sont multiples. Ils comportent la prise de connaissance de l'environnement de la prestation (les aspects fonctionnels, l'architecture technique, l'ensemble de la documentation, l'environnement de travail, l'équipe ASNR), la mise en place des ressources, l'installation d'environnements de développement et de tests dans les locaux du Titulaire ainsi que la réalisation de certaines opérations de maintenance sous la responsabilité du Titulaire sortant au titre des opérations de réversibilité.

Cette phase devra également permettre de définir l'organisation cible adéquate au niveau de service attendu, son fonctionnement nominal, ainsi que la manière de maintenir cette organisation durant la durée de la prestation.

Durant cette phase, le Titulaire fait part à l'ASNR des éléments qui potentiellement pourraient lui rendre difficile la réalisation des prestations pour le périmètre dont il est en charge.

Un état des lieux par quinzaine de cette prise en charge sera à fournir par écrit.

Le Titulaire devra rédiger un Plan Particulier d'Assurance Qualité (PPAQ) décrivant les dispositions qui seront mises en œuvre afin de garantir la maîtrise des activités réalisées. Ce plan (voir modèle en annexe 3) détaille en particulier :

- L'organisation que le Titulaire met en place pour la réalisation de cette prestation ;
- Les rôles et responsabilités des intervenants au sein de cette organisation ;
- Les interfaces de communication internes et externes ;
- Les dispositions prévues afin de maîtriser l'exécution de la prestation (respects des délais, mesure de la performance, etc.) ;
- Le plan de réversibilité.

Le Titulaire devra réaliser un état des lieux de la documentation et installer les environnements de développement et de tests dans ses locaux si besoin.

5.1.2 Résultats et livrables

5.1.2.1 Livrables

Le Titulaire doit fournir rapidement (au plus tard 2 mois après la réunion de lancement) :

- Le compte-rendu de la réunion de lancement ;
- Le Plan Particulier d'Assurance Qualité (PPAQ) ;
- Les comptes rendus réguliers d'avancement de la prise en charge ;
- Une note de fin de prise en charge indiquant : les codes et documentations reçus, analyse de l'existant et éventuellement des préconisations sur les développements à venir ;
- Le plan de réversibilité.

5.1.2.2 Délai de réalisation de l'ensemble :

Le délai maximum d'exécution de cette phase est fixé à 6 semaines à compter de la date de début d'exécution des prestations.

5.1.3 Vérification, admission de la phase d'initialisation

A l'issue de la fourniture de l'ensemble des livrables, l'ASNR dispose d'un délai de 30 jours pour notifier sa décision d'admission.

La vérification portera entre autres sur :

- La conformité des livrables avec les exigences de ce cahier des clauses techniques particulières (CCTP) ;
- La qualité et l'exhaustivité du PPAQ ;
- La bonne installation des environnements de développement et de test ;
- La clarté et la pertinence de la note de fin de prise en charge et du plan de réversibilité.

5.2 Développements et mise en production de la solution

5.2.1 Préambule

Le développement de l'outil numérique s'organisera selon une approche agile, structurée en 5 phases successives telles que détaillées ci-dessous. Chaque phase exécutée aboutira à une version fonctionnelle de la solution.

Le Titulaire mettra en place un système de suivi des développements permettant de visualiser l'avancement des tâches et les éventuelles difficultés rencontrées à travers l'outil Gitlab. Ce système sera accessible à l'ASNR pour garantir la transparence du projet.

Des processus de vérification (VA ou VA+VSR) seront organisées à la fin de chaque phase pour valider les fonctionnalités développées et recueillir les retours utilisateurs avant de passer au lot suivant.

Les livrables communs définis à l'article 5.2.6 devront être mis à jour en fonction des livrables spécifiques décrits dans chaque phase.

Le passage à la phase suivant requiert l'admission de la phase précédente à l'issue des vérifications

5.2.2 Phase 2 : Fondations et architecture

5.2.2.1 Prestations attendues

Objectif :

Concevoir et mettre en place les fondations techniques et l'architecture initiale du nouveau logiciel, en assurant la continuité des fonctionnalités clés existantes (visualisation 3D, pipeline modulaire, interface utilisateur) tout en préparant le socle pour l'extension, la maintenabilité et l'amélioration de l'expérience utilisateur.

Détail des prestations :

Front-end :

- **Définition des utilisateurs et analyse des besoins** : Identification des différents profils d'utilisateurs du logiciel MELOVIEW et compilation de leurs besoins spécifiques en visualisation et analyse de données scientifiques ;
- **Choix des technologies principales et langages de programmation** : Sélection des technologies qui permettront de maintenir et d'étendre les fonctionnalités existantes de MELOVIEW, notamment la visualisation 3D, les vues multiples et le système de pipeline ;
- **Création de l'architecture technique initiale** : Conception d'une architecture permettant de préserver le système de pipeline modulaire existant tout en facilitant l'extension des fonctionnalités ;
- **Conception des wireframes UI** : Élaboration de maquettes qui conservent les éléments clés de l'interface actuelle (Explorateur, Propriétés des Objets, Vues) tout en améliorant l'expérience utilisateur ;
- **Fenêtre principale avec panneaux dockables** : Implémentation d'un système de panneaux configurables permettant à l'utilisateur d'organiser l'Explorateur, les Propriétés des Objets et autres composants selon ses besoins ;
- **Implémentation des onglets du ruban principaux** : Réorganisation des barres d'outils existantes (Repère, Attribut Courant, Caméra, Filtres) en un système de ruban plus accessible ;

- **Structure de base du ruban/barre d'outils** : Conception d'un ruban offrant un accès intuitif aux fonctionnalités existantes de MELOVIEW regroupées par catégories fonctionnelles ;
- **Zones de visualisation placeholder** : Mise en place des conteneurs pour les différents types de vues supportées (Vue 3D, Vue Courbe $Y=f(X)$, Vue 3D Comparative, Vue Feuille de Calcul).

Back-end :

- **Design du système de nœuds de pipeline** : Conception d'un système avancé pour les nœuds de pipeline qui s'inspire du modèle existant de MELOVIEW avec lecteurs et filtres ;
- **Définition des interfaces de données principales** : Établissement d'interfaces standardisées pour la manipulation des données scientifiques et leur visualisation en 2D/3D ;
- **Implémentation des classes pour la gestion de nœuds** : Développement des classes fondamentales qui géreront les lecteurs et filtres dans le pipeline ;
- **Création du gestionnaire de pipeline minimaliste** : Implémentation d'un système basique gérant l'arborescence des composants et leurs interactions, similaire à l'Explorateur de pipeline actuel ;
- **Système de connexion simple nœud à nœud** : Développement d'un mécanisme permettant de connecter des lecteurs à des filtres comme dans l'architecture existante de MELOVIEW.

5.2.2.2 Résultats attendus

- Architecture technique initiale validée, assurant la continuité des fonctionnalités clés de MELOVIEW et la possibilité d'extension future ;
- Interface utilisateur fonctionnelle (squelette) intégrant les panneaux principaux et respectant les besoins des utilisateurs identifiés ;
- Système de pipeline opérationnel permettant la connexion simple entre lecteurs et filtres ;
- Documentation complète des choix technologiques, des interfaces et des structures de données ;
- Validation de la faisabilité technique pour l'intégration et l'évolution des fonctionnalités existantes.

5.2.2.3 Livrables :

- **Document d'architecture technique** : Documentation détaillée décrivant l'architecture système complète, s'inspirant de l'annexe technique existante tout en définissant les évolutions prévues ;
- **Maquettes de l'interface utilisateur** : Prototypes visuels de la nouvelle interface préservant les éléments essentiels de MELOVIEW tout en apportant des améliorations ergonomiques ;
- **Application avec interface fonctionnelle (squelette)** : Version initiale du logiciel avec les panneaux principaux (Explorateur, Propriétés des Objets, Vues) implémentés ;
- **Framework de pipeline avec nœuds simples** : Implémentation fonctionnelle du système de pipeline permettant de connecter des lecteurs et des filtres basiques ;
- **Rapport de faisabilité technique** : Évaluation des défis techniques et des solutions proposées pour maintenir la compatibilité avec les fonctionnalités existantes de MELOVIEW.

5.2.2.4 Délai de réalisation de l'ensemble

Le délai maximum d'exécution est fixé à 4 mois.

5.2.2.5 Vérification, admission de la phase 2

L'ASNR dispose de 30 jours à compter de la livraison du dernier livrable pour notifier sa décision sur la vérification d'aptitude. La vérification portera sur :

- La conformité de l'architecture technique et des choix technologiques ;
- La fonctionnalité de l'interface utilisateur (squelette) ;
- L'opérabilité du système de pipeline et la documentation associée.

5.2.3 Phase 3 : Fonctionnalités de base

5.2.3.1 Prestations attendues

Objectif :

Mettre en œuvre les fonctionnalités de base du logiciel, en assurant l'intégration des principaux composants front-end et back-end nécessaires à la manipulation, la visualisation et la gestion des données scientifiques, tout en garantissant la stabilité, la cohérence et l'interopérabilité du système pour une utilisation opérationnelle initiale.

Détail des prestations :

Front-end :

- **Construction de l'arborescence du modèle** : Développement de l'arborescence hiérarchique pour représenter les fenêtres d'interaction et les filtres à être implémentés, similaire à l'Explorateur actuel de MELOVIEW ;
- **Liaison des données entre interface et modèle** : Implémentation du mécanisme permettant la mise à jour bidirectionnelle entre les éléments sélectionnés dans l'Explorateur et leurs propriétés affichées ;
- **Panneau de propriétés basique** : Création du panneau de Propriétés des Objets avec ses trois onglets principaux (Propriétés, Affichage, Informations) ;
- **Gestionnaire de projets (sauvegarde/chargement)** : Implémentation des fonctionnalités de sauvegarde/chargement d'état similaires aux fonctionnalités actuelles utilisant des fichiers .psvm ;
- **Actions fonctionnelles essentielles** : Développement des opérations de base comme l'ouverture de fichiers .resul en 2D et 3D, l'application de filtres et la modification des paramètres d'affichage ;

Back-end :

- **Implémentation du nœud pour charger des données** : Développement des lecteurs capables de charger les fichiers .resul et .vtk en 2D et 3D, avec détection automatique du type de données ;
- **Implémentation de nœud pour la visualisation basique** : Création des composants qui transforment les données chargées en représentations visualisables dans les différents types de vue ;
- **Mécanisme de transport des données entre nœuds** : Développement du système permettant la propagation des données entre les lecteurs et les filtres dans le pipeline ;
- **Exécution séquentielle du pipeline** : Implémentation du mécanisme qui déclenche les transformations dans l'ordre approprié lorsque des paramètres sont modifiés et le bouton "Appliquer" est actionné ;
- **Validation simple des connexions** : Création d'un système vérifiant la compatibilité entre les sorties des lecteurs/filtres et les entrées des filtres suivants ;
- **Gestion des erreurs basiques dans le pipeline** : Mise en place d'un mécanisme d'identification et de signalement des erreurs lors du chargement des données ou de l'application des filtres. Le but est de pouvoir gérer une erreur sans générer panne dans le système (*core dump*).

5.2.3.2 Résultats attendus

- Fonctionnement stable de l'application pour le chargement, la visualisation et la manipulation de données simples (.resul, .vtk) ;
- Synchronisation efficace entre l'interface utilisateur et le modèle de données ;
- Exécution correcte du pipeline avec gestion des erreurs courantes ;
- Validation des opérations essentielles (ouverture, affichage, application de filtres, sauvegarde/chargement de projet) ;
- Couverture minimale par des tests unitaires garantissant la fiabilité des composants principaux.

5.2.3.3 Livrables :

- **Interface capable de charger et visualiser des données simples** : Application permettant d'ouvrir des fichiers *.resul et de les visualiser en 2D/3D avec des options d'affichage basiques ;
- **Pipeline opérationnel pour les tâches basiques** : Système de pipeline fonctionnel permettant d'appliquer des filtres simples aux données chargées ;
- **Documentation utilisateur initiale** : Guide d'utilisation couvrant les fonctionnalités de base ;
- **Tests unitaires pour les composants fondamentaux** : Ensemble de tests automatisés pour valider le bon fonctionnement des lecteurs, filtres et mécanismes de visualisation.

5.2.3.4 Délai de réalisation de l'ensemble

Le délai maximum d'exécution est fixé à 4 mois.

5.2.3.5 Vérification, admission de la phase 3

L'ASNR dispose de 30 jours à compter de la livraison du dernier livrable pour notifier sa décision sur la vérification d'aptitude. La vérification portera sur :

- La stabilité et la fiabilité de l'application pour le chargement et la manipulation des données ;
- La synchronisation entre l'interface et le modèle de données ;
- La couverture minimale par des tests unitaires ;
- La conformité de la documentation utilisateur initiale.

5.2.4 Phase 4 : Visualisation et interactivité

5.2.4.1 Prestations attendues

Objectif :

Développer et intégrer les fonctionnalités avancées de visualisation et d'interactivité du logiciel, en assurant la prise en charge complète des objets VTK, la manipulation interactive en 2D/3D, la gestion des filtres complexes et la synchronisation des retours d'information, afin d'offrir une expérience utilisateur riche, performante et adaptée aux besoins scientifiques.

Détail des prestations :

Front-end :

- **Intégration complète de lecture, manipulation et visualisation d'objets VTK** : Implémentation avancée des capacités de visualisation 3D avec support pour les différents modes de représentation (Points, Fil de fer, Surface, Contour, Volume, Surface et facettes) ;
- **Contrôles de caméra et de rendu** : Développement des outils de navigation 3D comprenant rotation, défilement et zoom, ainsi que l'alignement sur les axes principaux (+X, -X, +Y, -Y, +Z, -Z) ;
- **Outils de sélection d'objets 2D et 3D** : Implémentation des différentes méthodes de sélection (surface, frustum, bloc) pour les points et cellules dans les vues 2D et 3D ;
- **Panneau de console intégré et synchronisé** : Création d'un panneau affichant les messages système et les résultats des calculs, comme les analyses de flux ;
- **Journal structuré avec niveaux de messages et filtrage** : Développement d'un système de journalisation permettant de visualiser et filtrer les informations par catégorie ou niveau d'importance.

Back-end :

- **Nœuds de pipeline avec entrées/sorties multiples** : Extension du système de pipeline pour supporter des filtres complexes avec plusieurs entrées/sorties, comme les filtres de calcul de flux ;
- **Filtres de base pour manipuler les données** : Implémentation des filtres essentiels tels que Calculatrice, Contour, Section, Coupe, Seuil et Glyphes ;
- **Intégration avec le moteur de rendu VTK** : Configuration avancée du moteur de rendu pour supporter toutes les fonctionnalités de visualisation de MELOVIEW, incluant le rendu volumique et les échelles de couleurs ;
- **Cache de données intermédiaire** : Développement du système de mise en cache pour optimiser les performances, particulièrement pour les animations et séries temporelles ;
- **Système de validation de pipeline étendu** : Création d'un mécanisme avancé pour valider la cohérence du pipeline et détecter les configurations problématiques ;
- **Détection basique de cycles et sérialisation du pipeline** : Implémentation d'algorithmes détectant et empêchant la création de boucles dans le pipeline, ainsi que la sauvegarde/restauration complète de sa configuration.

5.2.4.2 Résultats attendus

- Visualisation fluide et interactive des objets scientifiques en 2D et 3D, avec contrôle complet des modes d'affichage ;
- Manipulation efficace des données et objets via les outils de sélection et filtres ;
- Synchronisation en temps réel entre l'interface, le moteur de rendu et le pipeline de traitement ;
- Journalisation et retour d'information structurés pour l'utilisateur ;
- Stabilité et cohérence du pipeline, avec validation et gestion des configurations complexes.

5.2.4.3 Livrables

- **Visualisation 2D et 3D complètement fonctionnelle** : Système de visualisation performant supportant tous les modes de représentation et types de vue de MELOVIEW ;
- **Ensemble initial de filtres de transformation** : Collection de filtres standard et spécialisés, incluant les calculs de flux 2D/3D et autres transformations ;
- **Interface avec retour d'information en temps réel** : System réactif fournissant des feedbacks visuels lors des manipulations et sélections ;
- **Capacité à sauvegarder/charger des configurations** : Fonctionnalités permettant de conserver et restaurer des états complets du logiciel ;
- **Documentation des composants disponibles** : Référence technique détaillant les lecteurs, filtres et outils de visualisation disponibles.

5.2.4.4 Délai de réalisation de l'ensemble

Le délai maximum d'exécution est fixé à 4 mois.

5.2.4.5 Vérification, admission de la phase 4

L'ASNR dispose de 30 jours à compter de la livraison du dernier livrable pour notifier sa décision sur la vérification d'aptitude. La vérification portera sur :

- La fluidité et l'interactivité de la visualisation 2D/3D ;
- La fonctionnalité des outils de sélection et filtres ;
- La synchronisation en temps réel et la journalisation structurée ;
- La stabilité et la cohérence du pipeline.

5.2.5 Phase 5 : Finalisation et optimisation

5.2.5.1 Prestations attendues

Objectif :

Finaliser et optimiser le logiciel MELOVIEW en intégrant les fonctionnalités avancées d'ergonomie, de personnalisation et de performance, afin de garantir une expérience utilisateur aboutie, une interopérabilité étendue et une capacité d'évolution, tout en assurant la robustesse et la facilité de maintenance du système.

Détail des prestations :

Front-end :

- **Raccourcis clavier et menus contextuels étendus** : Implémentation d'un système complet de raccourcis clavier et enrichissement des menus contextuels pour accélérer les workflows courants ;
- **Sauvegarde/restauration de session** : Perfectionnement du système de sauvegarde d'état pour inclure toutes les configurations, y compris les dispositions des vues et paramètres d'affichage ;
- **Interface personnalisable (thèmes, disposition)** : Développement de fonctionnalités permettant aux utilisateurs de personnaliser l'apparence et l'organisation des panneaux selon leurs préférences ;
- **Assistants pour les tâches communes** : Création de guides pas-à-pas pour les opérations complexes comme le calcul de flux ou l'analyse de trajectoires de particules ;
- **Tests utilisateurs et ajustements ergonomiques** : Réalisation de sessions de test avec des utilisateurs cibles et optimisation de l'interface selon leurs retours ;
- **Intégration avec des outils externes** : Développement de connecteurs pour faciliter l'échange de données avec d'autres outils scientifiques (si pertinent pour les utilisateurs de MELOVIEW).

Back-end :

- **Système de paramètres avancé pour les nœuds** : Extension du système de paramétrage des filtres pour supporter des contrôles plus sophistiqués et des validations avancées ;
- **Nœuds de filtre avec contrôles interactifs** : Développement de filtres permettant des ajustements interactifs en temps réel, comme l'édition des échelles de couleurs ;
- **Automatisation des tâches récurrentes** : Création d'un système de macros ou scripts pour automatiser les séquences d'opérations fréquemment utilisées ;
- **Optimisations de performance** : Amélioration des algorithmes de traitement et de rendu pour gérer efficacement de grands ensembles de données ;
- **Évaluation paresseuse et mise en cache** : Perfectionnement des mécanismes de mise en cache pour les animations et optimisation de l'évaluation du pipeline pour ne recalculer que les parties nécessaires ;
- **Architecture d'extension pour nœuds personnalisés** : Développement d'un système de plugins permettant aux utilisateurs avancés de créer leurs propres filtres et lecteurs.

5.2.5.2 Résultats attendus

- Interface utilisateur complète, personnalisable et validée par les utilisateurs cibles ;
- Système de pipeline performant, interactif et extensible ;
- Automatisation efficace des tâches récurrentes et optimisation des workflows ;
- Intégration fluide avec des outils externes et gestion avancée des paramètres ;
- Documentation exhaustive et ressources de formation disponibles pour tous les profils d'utilisateurs.

5.2.5.3 Livrables

- **Interface utilisateur raffinée et personnalisable** : Version finale de l'interface utilisateur avec toutes les fonctionnalités d'ergonomie et de personnalisation ;
- **Pipeline optimisé avec filtres interactifs** : Système de pipeline avec support pour des interactions en temps réel sur les filtres proposés ;
- **Documentation utilisateur complète** : Manuel d'utilisation détaillé couvrant toutes les fonctionnalités du logiciel, incluant des tutoriels et exemples d'utilisation ;
- **Package d'installation pour les plateformes cibles** : Installateurs complets et optimisés pour toutes les plateformes supportées ;
- **Matériel de formation pour les utilisateurs** : Ensemble de ressources pédagogiques pour faciliter la formation des nouveaux utilisateurs (vidéos, exercices guidés, etc.).

5.2.5.4 Délai de réalisation de l'ensemble

Le délai maximum d'exécution est fixé à 3 mois.

5.2.5.5 Vérification, admission de la phase 5

A l'issue de la fourniture de l'ensemble des livrables, l'ASNR vérifiera les prestations en deux étapes :

- Vérification d'aptitude avant mise en production : l'ASNR dispose de 30 jours à compter de la livraison du dernier livrable pour notifier sa décision.
- Vérification de service régulier après mise en production : l'ASNR dispose de 60 jours à compter de la mise en production pour vérifier la régularité du service et notifier sa décision.

La vérification portera sur :

- La complétude et la personnalisation de l'interface utilisateur ;
- La performance et l'extensibilité du pipeline les traitements d'erreur ;
- La fluidité de la visualisation graphique et les traitements d'erreur.

5.2.6 Livrables communs aux phases de développement

5.2.6.1 Documentation

- Dossier de spécifications du logiciel (DSL) ;
- Dossier d'Architecture Technique (DAT) ;
- Dossier de conception (DCP) ;
- Manuel d'exploitation (ME) ;
- Manuel utilisateur (MU) ;
- Fiche de version (FV) ;
- Tutoriels utilisateurs et cas d'usage pour la conception d'un scénario jusqu'à la visualisation graphique des résultats.
- Tutoriels développeurs pour l'ajout de nouvelles fonctionnalités.

5.2.6.2 Logiciel

- Code source commenté ;
- Application compilée avec installateur ;
- Tests unitaires et d'intégration automatiques ;
- Dossier de résultats des tests de validation ;
- Exemples de pipelines préconfigurés.

5.2.6.3 Formation et support pour les phases 2,3 et 4

Réalisation d'une session de formation technique d'une journée à la fin de chaque phase de développement (2 à 4) portant sur :

- La prise en main de l'outil : installation, configuration, navigation et fonctionnalités principales ;
- Les bases de l'architecture logicielle et des langages utilisés ;
- L'utilisation des outils de développement et bonnes pratiques ;
- Et des exercices pratiques et supports écrits remis à l'équipe.

5.3 Maintenance applicative

5.3.1 Maintenance en conditions opérationnelles

5.3.1.1 Préambule

La MCO au titre de la partie à bons de commande du présent marché (accord-cadre) s'entend comme le maintien en conditions opérationnelles et le maintien en condition de sécurité de l'application.

La MCO est composée de la maintenance corrective, de la maintenance adaptative et de la maintenance préventive telles que définies à l'article 38.1 du CCAG-TIC.

Elle comprend en outre les actions de maintenance évolutive pour des charges faibles estimées inférieures ou égales à 10 jours de prestation.

5.3.1.2 Prestations attendues de maintenance corrective

5.3.1.2.1 Rédaction d'une demande de correction d'anomalie

Le personnel de l'ASNR rédige une fiche de demande de maintenance corrective contenant la description de l'anomalie.

La fiche est initialisée sous l'outil de ticketing Gitlab par son rédacteur. Son niveau de gravité (bloquant, majeur, mineur) est précisé :

- **Anomalie bloquante** : anomalie rendant inopérante toute une application, ou qui bloque l'utilisation d'une fonction essentielle et opérationnelle de l'application ou qui provoque un résultat erroné dans les modalités de calcul d'une fonction et pour laquelle il ne peut exister une solution de contournement technique ou organisationnelle ;
- **Anomalie majeure** : anomalie de fonctionnement ne permettant l'exploitation de l'application que pour une partie de ses fonctionnalités ou de façon dégradée, non viable sur le long terme ;
- **Anomalie mineure** : anomalie de fonctionnement permettant l'utilisation du logiciel dans l'ensemble de ses fonctionnalités, même si celle-ci se fait au moyen d'une procédure de contournement.

La fiche est complétée par tout document ou extrait d'exécution que le rédacteur de l'ASNR juge nécessaire à la compréhension de l'anomalie.

5.3.1.2.2 Prise en compte d'une demande de correctif et objectifs

La **maintenance corrective** concerne les anomalies et les dysfonctionnements du système d'information (SI) par rapport aux spécifications fonctionnelles et détaillées actuelles du SI telles qu'elles sont décrites dans la documentation de référence. Elle prend également en compte les dégradations de performance ainsi que l'absence de prise en compte de spécifications fonctionnelles.

Les failles de sécurité, dues par exemple à une faille décelée dans l'utilisation d'une librairie ou d'un framework sur les applications les plus exposées, et pour lesquelles il existe une version corrective, doivent donner lieu à une mise à jour rapide de la part du Titulaire en accompagnement de l'équipe de l'ASNR qui a la responsabilité de ce périmètre.

La maintenance corrective inclut également les interventions de diagnostic nécessaires à la détermination de l'origine de l'anomalie, et la reconstitution des données éventuellement endommagées à cause de l'anomalie.

La prise en charge de la maintenance corrective comporte les types de prestations suivantes :

- la prise en charge des anomalies ;
- la prise en charge des corrections urgentes ;
- les mesures d'impacts et les tests de non-régression ;
- la livraison des correctifs liés à la version en production, indépendamment des évolutions en cours de développement ou en cours de recette ;
- l'engagement à répondre aux questions posées.

La déclaration d'anomalie se fait au travers d'une demande sous forme de fiche dans l'outil de ticketing.

La correction de l'anomalie se fait par une phase d'analyse du dysfonctionnement suivie de l'intervention adéquate du Titulaire selon sa gravité après validation par l'ASNR.

Le Titulaire s'engage à traiter a minima 80 % des anomalies pour les applications en production dans les délais suivants :

Type d'Anomalie	Qualification	Correction (*)
Bloquante / majeure	3j	5j
Mineure	5 j	Pas d'exigence

(*) Le délai de prise en charge est intégré dans le délai de correction.

Les délais s'entendent sur la base de 5j/7 jours ouvrables France.

5.3.1.2.3 Évaluation du correctif

L'ASNR peut indiquer une date « objectif » en concertation avec le Titulaire.

Le Titulaire est libre d'entreprendre tous les tests qu'il juge nécessaire sur la base de tests pour identifier l'anomalie.

Si l'anomalie s'avère être non reproductible, il en informe le client immédiatement par retour de la fiche de maintenance portant la mention « non reproductible ».

Le Titulaire est libre de demander des compléments d'information au chef de projet ASNR ou à l'utilisateur ayant rédigé la demande.

La demande de maintenance à l'issue de cette phase doit être enrichie :

- de la mention « sans suite » si l'anomalie est non reproductible ou non identifiable ;
- du nombre de jours sur lequel le Titulaire s'engage pour réaliser la correction ;
- d'une planification de la réalisation de la correction et de la livraison ;
- d'un exposé sommaire de la méthode de résolution choisie.

La fiche ainsi renseignée est transmise au chef de projet ASNR pour évaluation sauf dans le cas où le délai de réalisation ou de correction n'excède pas la demi-journée. Le travail peut alors être réalisé immédiatement sans validation de la charge.

Il est de la responsabilité du Titulaire d'attirer l'attention de l'ASNR lorsque :

- il existe plusieurs possibilités de résolution ;
- la résolution passe par l'utilisation d'une solution palliative (mode dégradé) ;
- la résolution va à l'encontre des principes de développement, de spécification, de conception ou de réalisation ou si elle ne respecte pas les règles communément admises de programmation ainsi que l'état de l'art en matière de développement ;
- le Titulaire identifie un risque de régression important ;
- le Titulaire identifie un risque d'effet de bord ;
- le Titulaire identifie un risque qui pourrait mettre en péril la sécurité ou l'intégrité des données.

5.3.1.2.4 Exécution des corrections

Le Titulaire exécute la correction, vérifie la non-régression, informe l'ASNR des potentiels effets de bord. Il identifie les modifications et effectue un suivi des sources et des versions des applications. Il rédige si nécessaire un document de modification de la documentation des applications concernées.

5.3.1.2.5 Test de la correction

Le Titulaire met à jour le cahier de tests de l'application puis réalise les tests nécessaires à l'évaluation de la correction, de non-régression et de non-présence d'effet de bord. Le résultat est transmis au chef de projet ASNR, à l'issue de ce test dans les livrables

5.3.1.2.6 Retour pour validation

La fiche de demande de maintenance servira à valider la recette de la correction. A l'issue des tests, la fiche est clôturée par l'ASNR.

5.3.1.2.7 Mise en production et traçabilité des corrections

Les corrections demandées sont traitées au fil de l'eau mais leur mise en production est évaluée en fonction de leur importance par l'ASNR. Les corrections peuvent être regroupées par paquet afin de constituer un poste de livraison qui sera publié dans le cadre d'une nouvelle version. La mise en production est réalisée par l'infogérance de l'ASNR. Elle peut être déclenchée par une demande de correction urgente, à la suite de la découverte d'une anomalie bloquante dans l'application. Dans ce cas, la mise en production porte sur toutes les corrections traitées depuis la dernière mise en production.

Lors de la Livraison, le Titulaire rédige une procédure de mise en production et fournit à l'ASNR un bon de livraison indiquant les références des fiches de demande traitées, ce qui constitue le poste de livraison. Un suivi des sources est nécessaire avec une gestion de version et de sous version rigoureuse et tracée. Celle-ci est réalisée par le Titulaire à partir du logiciel de ticketing mis à sa disposition par l'ASNR.

5.3.1.2.8 Indicateurs de maintenance corrective

Des indicateurs du suivi de cette maintenance corrective seront établis d'un commun accord entre l'ASNR et le Titulaire. Ils porteront au minimum, sur :

- le délai de prise en charge/qualification ;
- le délai de fourniture d'une solution de contournement en cas d'anomalie bloquante* ;
- le respect de la date d'engagement de livraison des correctifs ;
- un indicateur de non-régression ;
- un indicateur portant sur le nombre de demandes (ou activité) selon une périodicité à déterminer.

Pour chacun de ces indicateurs, un seuil minimal de service rendu sera convenu lors de la phase de prise en charge, sur lequel le Titulaire s'engage contractuellement et accepte d'être soumis à pénalités en cas de non-respect.

5.3.1.3 Prestations attendues de maintenance préventive et adaptative

La réalisation d'une action de maintenance préventive ou adaptative contiendra les étapes suivantes :

- préconisation émise par le Titulaire concernant le préventif ou l'adaptatif pour l'application, ou demande exprimée par l'ASNR ;
- demande d'implémentation de la préconisation par l'ASNR ;
- proposition d'un devis en UO définies au paragraphe 5.3.1.6 ci-dessous ;
- acceptation du devis par l'ASNR après discussions technique, calendaire et financière ;
- planification ;
- spécifications si besoin ;
- réalisation ;
- assistance à recette (mise en œuvre des tests de non-régression et des tests liés à l'évolution) ;
- livraison.

Il est précisé que toute réalisation entreprise par le Titulaire sans l'acceptation initiale par l'ASNR du devis et de la solution technique associée ne pourra être admise et facturée.

5.3.1.3.1 Rédaction d'une préconisation sur le préventif ou l'adaptatif

Le personnel du Titulaire, lorsqu'il a identifié une évolution préventive ou adaptative nécessaire ou bénéfique à l'application, rédige une fiche de préconisation dans l'outil de ticketing contenant la description des actions à effectuer. Si possible, le titulaire peut y indiquer un macro-chiffre indicatif de la préconisation.

La fiche est initialisée sous l'outil de ticketing par son rédacteur et contient tous les détails nécessaires pour que l'ASNR puisse juger de sa recevabilité.

5.3.1.3.2 Prise en compte d'une demande de préventif ou d'adaptatif

Une fois la préconisation analysée et demandée par l'ASNR, le Titulaire chiffre la solution. L'ASNR peut alors estimer si la préconisation doit être implémentée, auquel cas ces prestations seront engagées via des Bons de Commande (ou ordres de service) de MCO avec l'Unité d'œuvre décrite au paragraphe 5.3.1.6.

5.3.1.3.3 Tests

Le Titulaire met à jour, le cas échéant, le cahier de tests de l'application puis réalise les tests nécessaires à l'évaluation des préconisations implémentées, de non-régression et de non-présence d'effet de bord. Le résultat est transmis au chef de projet ASNR, à l'issue de ces tests dans les livrables.

5.3.1.4 Livrables communs

- Les documentations techniques et/ou fonctionnelles (actualisées si préexistantes) ;
 - La configuration existante actualisée le cas échéant ;
 - L'intégralité du code-source des scripts de commandes ou développements spécifiques réalisés ou modifiés pour l'ASNR ;
 - Les manuels d'exploitation et/ou d'installation existants actualisés le cas échéant ;
 - Les manuels d'utilisation existants actualisés le cas échéant.
- Vérifications des prestations

5.3.1.5 Vérification, admission

A l'issue de la fourniture et de la revue par l'ASNR de l'ensemble des livrables pour chaque trimestre d'exécution, l'ASNR dispose d'un délai de 30 jours calendaires pour notifier sa décision d'admission, de réfaction ou de rejet des prestations.

Conformément aux dispositions de l'article 9.9 du CCAP, les prestations de MCO sont garanties 3 mois à compter de la date d'admission des prestations.

5.3.1.6 Unités d'œuvre

- **UO_MCO : Maintenance Corrective Préventive et Adaptative.**

La MCO est souscrite par commande prévisionnelle comprenant un nombre d'unités d'œuvre de base. Le suivi en dépense est effectué à terme échu sur la base du service fait et du contrôle des UO réellement consommées.

L'UO_MCO peut être subdivisée en deux (demi-journée) dans le cadre de l'exécution des prestations.

Lorsque la modification à apporter apparaît comme trop complexe à réaliser, les parties prenantes pourront convenir de la mise en œuvre d'une prestation de maintenance évolutive de l'application comme définie à l'article 6.3.2 du présent document.

5.3.2 Maintenance évolutive

5.3.2.1 Objet

Conformément à l'article 38.1 du CCAG, par « évolutif », on entend les mesures de maintenance visant à faire évoluer une ou plusieurs applications, afin d'intégrer de nouvelles fonctions, d'en améliorer le fonctionnement et l'ergonomie ou de prendre en compte de nouvelles dispositions législatives ou réglementaires.

La maintenance évolutive permettra notamment de réaliser des actions qui auraient été non prévues dans le présent cahier des charges.

Les évolutions identifiées concernent la mise en place de fonctionnalités associée à l'aide à la décision ou encore les besoins de recherche du LTD. Les évolutions prévues sont les suivantes :

- Tester/implémenter de nouveaux algorithmes et de l'intelligence artificielle afin d'améliorer la gestion des alarmes ou encore de générer automatiquement des groupements d'incidents (cf4.7.8)
- Ajouter de nouveaux calculs paramétrables et exécutables à la demande pour tester ou améliorer de nouveaux indicateurs.

5.3.2.2 Prestations attendues de maintenance évolutive

La réalisation d'évolutions consiste sur la base de l'expression d'un besoin d'évolution de l'ASNR, en la fourniture d'une proposition technique et financière, comprenant à minima :

- Une proposition de devis et de planning sur la base d'un besoin exprimé par l'ASNR ;
- Après acceptation par l'ASNR, la signature d'un ordre de service : analyse et réalisation ;
- La signature d'un PV de recette.

Il est entendu que toute évolution, une fois mise en production, fait automatiquement partie du périmètre couvert par la maintenance corrective.

Lors des phases de développement, les délais indicatifs suivants sont souhaités par l'ASNR :

- Délai de livraison d'un devis après chaque émission d'un besoin par l'ASNR : 10 jours ;
- Respect des délais indiqués concernant la planification d'une date de livraison de chaque version corrective ou évolutive.

5.3.2.3 Livrables :

- Code source mis à jour ;
- L'ensemble de la documentation de référence mise à jour ou à créer le cas échéant ;
- Les bons de livraisons récapitulant l'ensemble des changements (tickets d'anomalie ou d'évolution traités).

5.3.2.4 Tests et intégration

En cours d'exécution des prestations d'évolution, le Titulaire vérifie la non-régression de l'application et informe l'ASNR des potentiels effets de bord. Il effectue un suivi des codes sources et des versions des applications. Il rédige, le cas échéant, un document de modification de la documentation des applications concernées.

Le Titulaire met à jour le cahier de tests de l'application puis réalise les tests nécessaires à l'évaluation de

L'évolution, de non-régression et de non-présence d'effet de bord. Le résultat est transmis à l'ASNR, à l'issue de ce test.

La fiche de demande de maintenance servira à valider la recette de l'évolution. A l'issue des tests, et si le résultat est conforme à l'attendu, la fiche est clôturée par l'ASNR.

L'évolution validée, l'ASNR donne son accord pour la mise en production. Le Titulaire effectue la livraison.

Lors de la livraison de l'évolution, le Titulaire fournit à l'ASNR un bon de livraison indiquant les références des fiches de demande traitées, ce qui constitue le poste de livraison. Un suivi des codes sources est nécessaire en gestion de configuration. Ceci est réalisé par le Titulaire à l'aide du logiciel de gestion des tickets mis à sa disposition par l'ASNR.

5.3.2.5 Modalités de vérification d'admission et de garantie

5.3.2.5.1 Pour les évolutions mineures

Pour les évolutions mineures dont la charge est inférieure à 10 jours de prestations, la vérification sera effectuée en une seule phase combinant la vérification d'aptitude et la vérification de service régulier.

A l'issue de la fourniture de l'ensemble des livrables et de la mise en ordre de marche dans l'environnement de production, pour chaque évolution mineure, l'ASNR dispose d'un délai de 30 jours pour notifier sa décision.

5.3.2.5.2 Pour les évolutions majeures

Les prestations d'évolution majeures seront vérifiées en deux étapes :

- **Vérification d'aptitude (VA) :**

La vérification d'aptitude intervient après la mise en ordre de marche (dans l'environnement de préproduction). Elle a pour objet de constater que les prestations, livrées ou exécutées, présentent les caractéristiques techniques qui les rendent aptes à remplir les fonctions précisées dans les documents particuliers du marché (Bon de commande ASNR ou à défaut le CCTP). Le délai imparti à l'ASNR pour procéder à la vérification d'aptitude et notifier sa décision est de trente (30) jours à compter de la date de notification de l'écrit par lequel le titulaire informe l'acheteur que les prestations sont prêtes à être vérifiées.

- **Vérification de service régulier (VSR)**

La vérification de service régulier (VSR) intervient à l'issue de la vérification d'aptitude après une décision positive de l'ASNR.

La vérification de service régulier a pour objet de constater que les prestations fournies sont capables d'assurer un service régulier dans les conditions normales d'exploitation (environnement de production) prévues dans les documents particuliers du marché (Bon de commande ASNR ou à défaut le CCTP). La régularité du service s'observe pendant soixante jours (60), à partir du jour de la décision positive de vérification d'aptitude prise par l'ASNR.

Le service est réputé régulier si la durée cumulée, sur le mois, des indisponibilités imputables à chaque élément de matériel ne dépasse pas 2 % de la durée d'utilisation effective qui s'étend de 8 heures à 18 heures, du lundi au vendredi, jours fériés exclus.

A l'issue de la phase de vérification de service régulier, l'ASNR dispose d'un délai de 15 jours pour notifier sa décision.

5.3.2.5.3 Garantie des évolutions

Conformément aux dispositions de l'article 9.9 du CCAP et 36.1 du CCAG-TIC, les prestations d'évolution sont garanties 12 mois à compter de la date d'admission des prestations.

5.3.2.6 Unité d'œuvre relative à la maintenance évolutive

L'unité d'œuvre correspond à un taux moyen par jour, intégrant toutes les activités du Titulaire définies ci-dessus.

Cette unité d'œuvre peut être subdivisée en deux (demi-journée de prestation) dans le cadre de l'établissement des devis et de l'exécution des prestations y afférente.

UO_MEVO : Maintenance évolutive

N.B. Pour les actions de maintenance évolutive dont la charge est inférieure ou à 10 jours de prestation, ces prestations de faible charge pourront être facturées en utilisant l'UO_MCO.

5.3.3 Réversibilité

5.3.3.1 Prestations attendues

La réversibilité doit permettre à l'ASNR de reprendre sans difficulté (transférabilité), ou de faire reprendre par un tiers désigné par elle, la fourniture des prestations exécutées par le Titulaire et, ce dans les meilleures conditions.

Cette phase de réversibilité est prévue pour une durée maximale de deux (2) mois.

Pendant cette phase, le Titulaire sortant assure, sous le contrôle de l'ASNR, la passation des connaissances à son successeur (Titulaire entrant). Cependant le Titulaire sortant continue de piloter l'ensemble des prestations objet de l'accord-cadre pendant la phase de réversibilité, dans les mêmes conditions que dans la phase opérationnelle. Le travail spécifique lié à la réversibilité s'ajoute donc au travail normal. Durant cette phase de réversibilité, le Titulaire entrant réalisera les opérations sous la responsabilité du Titulaire sortant.

Afin de faciliter le transfert de compétences, le Titulaire préparera notamment les supports de formation et dispensera une formation de 2 jours minimum si possible dans les locaux du repreneur ou à défaut en visioconférence :

- Une formation d'une journée sur les fonctionnalités du système ;
- Une formation d'une journée sur l'environnement technique.

D'autre part, il prévoira une assistance technique auprès du repreneur, à hauteur de 10 jours complets minimum, pour l'aider à installer l'ensemble de l'environnement de développement (gestionnaire de sources, gestion de configuration, environnement de développement, de compilation, packaging des livraisons), corriger quelques anomalies, et packager une livraison pour la déposer sur l'environnement mis à disposition par l'ASNR. Il répondra aux questions posées pendant la phase de réversibilité.

5.3.3.2 Livrables de réversibilité

- L'ensemble des codes sources et éléments constituant la gestion de la configuration (versions, codes sources, ...) ;
- L'ensemble des documents de référence mis à jour ;
- Le cas échéant, les comptes rendus des ateliers de réversibilité ;
- Le PV signé des 3 parties (ASNR, Titulaire sortant, Titulaire entrant) ;

5.3.3.3 Vérification, admission

Les vérifications débutent dès la mise en œuvre de cette phase selon les dispositions du plan de réversibilité.

Sauf dispositions particulières prévues au plan de réversibilité, à minima, une réunion hebdomadaire de vérification d'exécution des prestations permettra de statuer des éventuelles mesures à prendre afin de garantir le bon déroulement de cette phase.

A l'issue de la fourniture de l'ensemble des livrables, l'ASNR dispose d'un délai de 30 jours pour notifier sa décision.

5.3.3.4 Unité d'œuvre de réversibilité

UO_REV : Unité d'œuvre forfaitaire relative aux prestations réversibilité ou transférabilité ne pouvant être ni dupliquée, ni subdivisée.

6 MODALITES D'EXECUTION DES PRESTATIONS

6.1 Dispositions générales

6.1.1 Lieux d'exécution des prestations

Conformément aux dispositions de l'article 9.3 du CCAP, les prestations sont exécutées principalement dans les locaux du Titulaire, étant entendu que le Titulaire se rend en cas de besoin dans les locaux de l'ASNR au site de Fontenay-aux-Roses pour les réunions de suivi de projet, les phases d'analyse des besoins, les livraisons applicatives, et les transferts de compétence. Les déplacements à l'ASNR ne sont pas envisagés plus de quelques fois pendant la durée de la prestation : les frais de déplacement sont à la charge du Titulaire.

6.1.2 Moyens du titulaire

Le Titulaire devra disposer dans ses locaux d'une plateforme informatique permettant l'exécution du système pour permettre une première évaluation sur ses propres machines. Les licences éventuelles pour les besoins propres au développement sont à la charge du Titulaire. Le Titulaire devra veiller à disposer d'une architecture informatique ad hoc permettant d'héberger cette plateforme, permettant un bon usage des ressources mises à disposition, ainsi qu'une sécurité adaptée au niveau de l'accès physique aux locaux, de l'accès aux applications et aux données (données personnelles).

6.1.3 Audit des prestations

L'ASNR se réserve la possibilité d'organiser, pendant l'exécution du marché, des audits sur l'organisation du Titulaire, conformément aux dispositions de l'article 10 du CCAP.

6.1.4 Confidentialité.

Vu les dispositions de l'article 9.1.4 du CCAP, le Titulaire est également tenu de respecter la confidentialité concernant les données et l'architecture des systèmes d'information de l'ASNR.

6.1.5 Suivi de la prestation et indicateurs

Pendant les phases 1 à 5 :

Des réunions d'avancement seront organisées périodiquement. Elles porteront sur :

- L'avancement de chaque fonctionnalité et la conformité avec les objectifs attendus ;
- La validation de la recevabilité de chaque livrable ;
- Les éventuelles difficultés rencontrées ;
- Les mises à jour éventuelles du planning de réalisation des travaux (priorisation des tâches, ...) ;
- L'établissement conjoint d'objectifs pour la réunion suivante.

D'autres réunions seront éventuellement organisées à la demande de l'ASNR ou de la société retenue, afin d'orienter au mieux le Titulaire dans la réalisation de la prestation.

Chaque réunion fera l'objet d'un compte-rendu à l'initiative du Titulaire.

Une réunion de clôture aura lieu en fin de prestation.

Pendant les phases la période de maintenance :

Des réunions de suivi pourront être organisées à l'initiative de l'ASNR ou du Titulaire. Elles porteront sur :

- L'état d'avancement du traitement des demandes de maintenance corrective, préventive et adaptative ;
- La conformité et la recevabilité des livrables associés (correctifs, documentations, procédures, etc.) ;
- Les difficultés rencontrées dans la résolution des anomalies ou la mise en œuvre des actions de maintenance ;
- Les mises à jour éventuelles du planning de maintenance et la priorisation des interventions.

Des réunions complémentaires pourront être organisées à la demande de l'ASNR ou du Titulaire, afin d'assurer le bon déroulement de la maintenance.

Chaque réunion fera l'objet d'un compte-rendu à l'initiative du Titulaire.

Une réunion de clôture aura lieu en fin de période de maintenance.

6.2 Exigences sur les développements

6.2.1 Code source

L'ensemble des développements est livré au sein de l'usine logicielle de l'ASNR (gitlab.asnr.fr)

Les codes sources devront être versionnés dans git et chaque version tagguée (nommage des versions X.Y.Z cf <https://semver.org/lang/fr/>).

Un pipeline CI/CD d'analyse statique du code pourra être réalisé pour mise à disposition des résultats dans l'instance Sonarqube proposée par l'ASNR.

Le Titulaire a à sa charge :

- La livraison et le versioning du code source dans Gitlab ;
- La mise en place éventuelle, le maintien et l'évolutions des pipelines CI/CD notamment pour des tests unitaires éventuels ou analyse sonarqube.

En début de projet, l'ASNR pourra proposer un accompagnement des développeurs pour présenter l'usine logicielle de l'ASNR (basée sur l'outil gitlab).

6.2.2 Interface utilisateur

L'ergonomie et l'expérience utilisateur est un point important pour l'appropriation de l'application et son utilisabilité. De manière générale, le développement itératif avec des maquettes (maquettes papier au besoin, nécessitant le minimum d'efforts de développement) est recommandé afin d'aboutir à des interfaces fonctionnelles. On peut notamment citer les principes suivants :

- minimiser le nombre d'actions nécessaires pour effectuer une opération, notamment en cherchant à diminuer le nombre d'écrans; pré-saisies : en cas d'erreur, saisie en série de formulaires, proposer par défaut les saisies déjà effectuées ;
- permettre à l'utilisateur d'obtenir rapidement une vue synthétique, en allégeant les informations textuelles présentées (par exemple par l'utilisation de code couleurs, d'icônes adaptées, de placeholder, ...) et en utilisant des éléments graphiques interactifs type CSS (couleurs, ombres, épaisseur des boutons) pour réaliser des retours visuels à l'utilisateur dès l'action initiée : bouton cliqué, menu sélectionné, passage de la souris au-dessus d'un champ ;
- proposer les éléments d'interface les plus adaptés en fonction des données présentées ou à saisir (date picker, checkbox, bouton, glisser-déposer pour les fichiers, etc). Pour les champs de saisie, proposer une saisie assistée s'appuyant soit sur des données de référence ;
- pour les champs de recherche, privilégier lorsque c'est possible des recherches plein texte plutôt que des champs de recherche trop spécialisés. Les recherches doivent être insensibles à la casse, aux accents, ... ;
- les tableaux de résultats doivent pouvoir être triés (par colonne), les colonnes redimensionnables ;
- Les messages d'erreurs dans les formulaires doivent être précis et factuels. La validité des données, si elle est toujours vérifiée au niveau du serveur, peut également être indiquée dès la saisie par l'utilisateur.
- Un effort conséquent sera mis sur l'accès à l'information via une interface cartographique avec des fonctionnalités avancées de sélection cartographique (box, cercle d'un rayon donné...).

6.2.3 Sécurité

L'ASNR s'appuie sur la Politique de sécurité des systèmes d'information de l'Etat (PSSIE). La solution cible doit donc répondre aux exigences de l'ANSSI.

La solution cible doit :

- Assurer l'intégrité de la donnée dès sa collecte, et éviter les indisponibilités de la donnée ;
- Limiter et sécuriser la diffusion de ses données non validées.
- Permettre la diffusion aux partenaires et grand public de la donnée validée.

Les développements doivent respecter les 10 règles principales de l'OWASP :

1. Utiliser des requêtes paramétrées : l'injection SQL est une des failles les plus répandues dans les applications Web. Les requêtes paramétrées sont la meilleure protection pour les empêcher. Elles regroupent les requêtes préparées et les procédures stockées.
2. Encoder les données : l'encodage des données permet d'éviter les failles de types XSS en transformant des chaînes de caractères contenant du code malicieux (par exemple JavaScript) en chaîne purement littérales et non interprétables par le navigateur.

3. Valider toutes les données entrantes : la validation est l'un des points principaux de la sécurisation d'une application Web. Il existe majoritairement deux principes de validation : par liste blanche et par liste noire.
4. Implémenter les contrôles d'accès appropriés : les contrôles d'accès vérifient que l'accès à un élément doit être accepté ou refusé. Les règles de bases de ces contrôles sont bien souvent mal comprises ou oubliées et mènent à des failles de sécurité importantes.
5. Etablir les contrôles d'identité et d'authentification : en règle générale, l'authentification d'un utilisateur et son identité sont maintenues au cours de la vie du visiteur sur une application par des sessions. Celles-ci doivent respecter un ensemble de bonnes pratiques pour ne pas être ni volées ni prédites.
6. Protéger les données et la vie privée : la vie privée des utilisateurs et l'ensemble des données doivent être protégés lors de leur transmission et de leur stockage. Ces données sont particulièrement protégées par la loi et il est important d'y apporter une attention particulière.
7. Implémenter la journalisation, la gestion d'erreurs et la détection d'intrusion : lors de la sécurisation d'une application, il est nécessaire de penser à la mise en place de contre-mesures, d'audit, de détection des tentatives d'attaque mais également à la journalisation des événements de l'application tant pour se protéger que pour réagir suite à une attaque.
8. Exploiter les fonctionnalités de sécurité des frameworks et bibliothèques de sécurité : il existe un ensemble de frameworks et de bibliothèques qui aident les développeurs à industrialiser leurs développements et à ne pas réinventer la roue à chaque application. Ces outils comprennent dans la majorité des cas, des fonctionnalités de sécurité qu'il est nécessaire d'utiliser pour se protéger des attaques.
9. Inclure les exigences de sécurité spécifiques : la mise en place d'une sécurité n'est pas identique pour chaque application. En effet, chaque société, chaque métier a un besoin précis en termes de fonctionnalités et il est donc nécessaire de se poser des questions adaptées aux besoins de l'application et d'adapter les mesures de sécurité.
10. Conception et architecture de sécurité : la sécurité n'est pas qu'une affaire de développement. Lors de la conception et de l'architecture d'un système, la sécurité doit être prise en compte. Il est donc important de connaître la surface d'attaque, les technologies utilisées et de bien concevoir une application claire, hiérarchisée et de savoir où sont les points de confiance / méfiance de l'application.

En pratique, les développements devront être livrés dans les dernières versions de composants logiciels et modules.

6.2.4 Contexte réglementaire

- RGPD : L'application traitant des données personnelles doit être respectueuse du règlement, notamment :
 - Information à l'utilisateur sur l'intérêt de ses données et les traitements réalisés ;
 - Contact données personnelles ;
 - Droits à la suppression des données personnelles.
- Cookies : l'usage de cookies peut selon les cas être tributaire de l'approbation préalable de l'utilisateur. De manière générale, il n'est pas souhaité l'utilisation de cookies tiers (excepté les cookies techniques comme les cookies de session autorisés sans mention préalable) ;
- Mentions légales : s'agissant d'une application interne, il n'est pas nécessaire de prévoir une page mentions légales
- PSSI : Le développement est respectueux de la politique de sécurité des systèmes d'informations de l'état et de l'ASNR
- Propriété : l'ensemble des développements, documents et outils produits est propriété de l'ASNR au sens de l'article 46.2.1 du CCAG-TIC et 14 du CCAP.
- RGAA : le référentiel d'accessibilité (<https://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite/>), favorisant l'accessibilité aux personnes en situation de handicap, est à respecter. Il est à noter que la partie cartographique de l'application est exemptée du RGAA (cf <http://accessibilite.numerique.gouv.fr/obligations/champ-application/>)
- RGESN : le référentiel général d'écoconception (<https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/publications/referentiel-general-ecoconception/>)

6.2.5 Composants logiciels

Les composants logiciels et technologies sont par défaut basés sur des technologies open source maîtrisées par l'ASNR. Toute utilisation de composants externes (bibliothèques / frameworks) devra être validée au préalable par l'ASNR, dans l'objectif de garantir :

- la pérennité du système (usage de logiciels maintenables par les futurs développeurs ou administrateurs) ;
- la performance (choix de solutions reconnues pour leurs qualités par de nombreux interlocuteurs) ;
- la maîtrise des licences utilisées (type de licences open source) ;
- la mutualisation au niveau ASNR des charges de développement et de maintenance (coûts et expertise).

Les applications sont développées par défaut dans les dernières versions disponibles. L'utilisation d'une librairie payante doit être formellement approuvée par l'ASNR.

6.2.6 Evolutivité

Les éléments suivants sont à prendre en compte dans les développements pour permettre une évolutivité de la solution :

- Architecture modulaire et découplée : Chaque composant doit être développé comme un module indépendant, avec des interfaces clairement définies, facilitant l'ajout, la modification ou la suppression de fonctionnalités sans impact sur le reste du système.
- Gestion centralisée des configurations : Les paramètres, options et scénarios doivent être stockés dans des structures extensibles, permettant d'ajouter facilement de nouveaux types de configurations ou de variantes.
- Système de plugins et extensions : L'architecture doit intégrer un mécanisme permettant d'ajouter des plugins ou modules complémentaires, pour étendre les fonctionnalités (nouveaux nœuds, nouveaux formats de données, nouveaux outils de visualisation).
- API publique documentée : Fournir une API claire et stable pour permettre le développement de modules externes ou l'intégration avec d'autres outils scientifiques.
- Internationalisation et localisation : Prévoir la gestion multilingue dès la conception, avec des fichiers de ressources séparés pour chaque langue et la possibilité d'ajouter de nouvelles langues facilement.
- Tests automatisés et CI/CD : Mettre en place des tests unitaires et d'intégration pour chaque module, ainsi qu'un pipeline CI/CD pour garantir la stabilité lors de l'ajout de nouvelles fonctionnalités.
- Documentation évolutive : Documenter systématiquement chaque nouvelle fonctionnalité, avec des guides pour l'ajout, la modification ou la suppression de modules, afin de faciliter la prise en main par de nouveaux développeurs.
- Gestion des dépendances et compatibilité : Utiliser des outils de gestion de dépendances pour garantir la compatibilité entre les différentes versions des modules et faciliter les mises à jour.
- Persistance flexible : Concevoir les formats de sauvegarde (projets, configurations, scénarios) pour qu'ils soient extensibles, permettant l'ajout de nouveaux champs ou types de données sans perte d'information.
- Séparation stricte des couches : Maintenir une séparation claire entre l'interface utilisateur, la logique métier et la gestion des données pour faciliter la maintenance et l'évolution indépendante de chaque couche.

6.2.7 Données

L'ASNRR porte une forte attention à la qualité, l'interopérabilité des données et leur réutilisabilité. La modélisation des données (format de fichiers ou modèle de données) doit être documentée et sera la plus simple possible :

- Utilisation des référentiels existant aussi souvent que possible (référentiels de données fournis par l'ASNRR ou externes le cas échéant)
- Noms de champ, tables, explicites (syntaxe snake_case) ;
- Champ de type clés primaires et colonnes obligatoires sont clairement définies ;
- Les date au format ISO et timestamp sont avec leur timezone par défaut (ex : TIMESTAMP WITH TIME ZONE en postgresSQL) ; Des formats de champs latitude, longitude (format numérique, type de coordonnées) à définir précisément en début de projet avec l'ASNRR.
- Pour éviter les problèmes d'accent, on prendra par défaut l'encoding UTF8 dans les bases de données, fichiers, etc.

7 ANNEXE 1 : Meloview, Melobuild

7.1 Etat de l'art de Meloview

7.1.1 Introduction et présentation générale

MELOVIEW est l'application d'analyse et de visualisation dédiée aux résultats issus du code de calcul MELO. Il est développé à partir du produit PARAVIEW. Ce logiciel permet la manipulation, l'analyse et la représentation visuelle des données contenues dans les fichiers d'extension .resul en 2D ou 3D.

7.1.1.1 Objectifs et fonctionnalités principales

MELOVIEW fournit des capacités avancées pour :

- La visualisation interactive des résultats de simulation en 2D et 3D ;
- L'analyse des valeurs des paramètres et résultats du calcul en tout point ou élément du maillage ;
- L'application de fonctions de calcul de flux ou de trajectoires de particules à partir des données chargées ;
- La représentation multi-vues des données avec différentes modalités (3D, courbes, tableaux).

7.1.1.2 Architecture conceptuelle

MELOVIEW s'appuie sur une architecture pipeline où les données circulent à travers une série de composants interconnectés. Cette structure modulaire permet l'application séquentielle de transformations, filtres et visualisations sur les ensembles de données chargés.

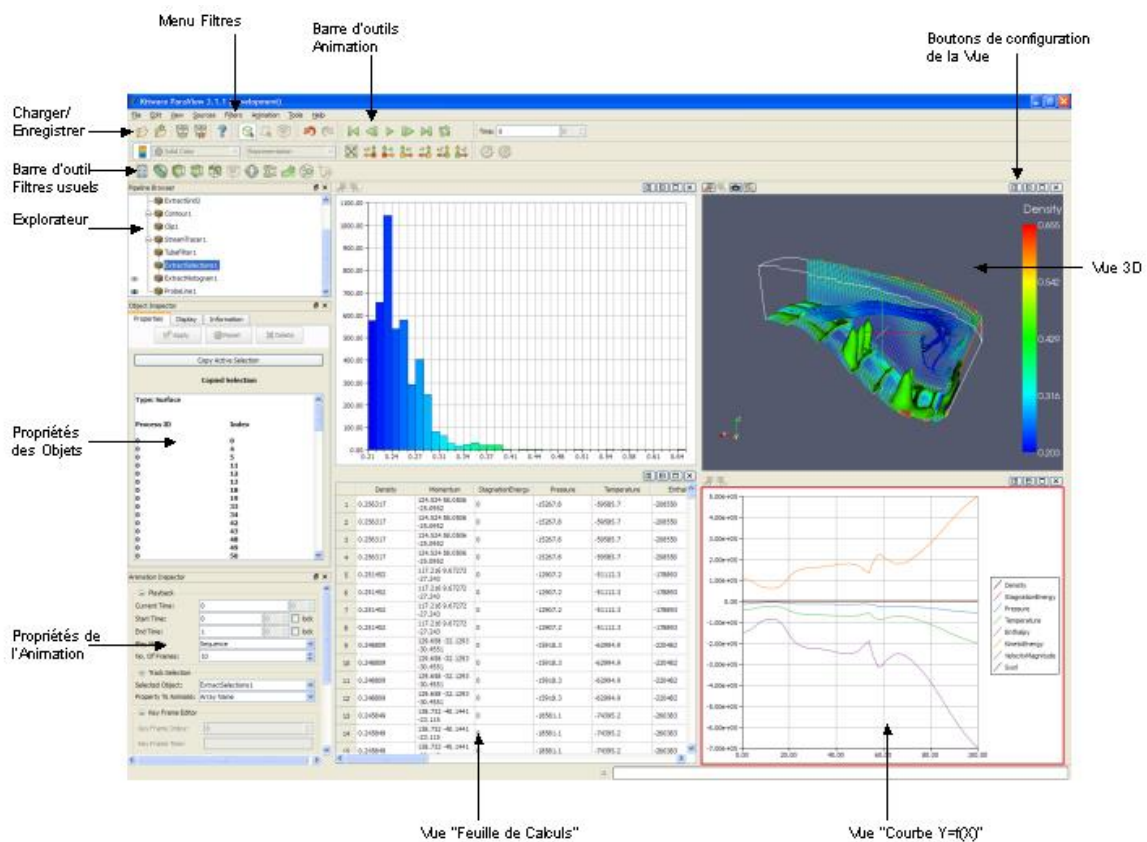


Figure 3: Interface actuelle de l'outil Meloview.

7.1.2 Composants Front-End (Interface Utilisateur)

7.1.2.1 Interface utilisateur principale

7.1.2.1.1 Organisation générale

L'interface de MELOVIEW (Figure 3) se compose de plusieurs zones fonctionnelles principales :

- L'Explorateur de pipeline (généralement situé en haut à gauche) ;
- Les Propriétés des Objets (panel configurable) ;
- Les zones de Vues (espace principal de visualisation) ;
- Les barres d'outils et menus (accès rapide aux fonctionnalités).

7.1.2.1.2 Explorateur de pipeline

L'Explorateur fournit une représentation visuelle hiérarchique du pipeline de traitement actif. Il permet :

- La visualisation de la structure arborescente des lecteurs et filtres
- Le contrôle de visibilité des différents éléments dans les vues (via icône œil)
- La sélection des éléments pour modification de paramètres
- L'accès à des opérations contextuelles (ajout de filtres, modification d'entrées)

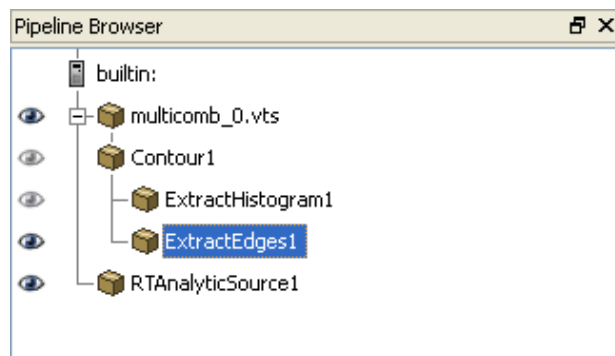


Figure 4: Interface actuelle du pipeline Meloview.

L'organisation hiérarchique présente les lecteurs au niveau 1 et les filtres appliqués aux niveaux inférieurs, permettant ainsi une représentation claire des transformations successives appliquées aux données.

7.1.2.1.3 Propriétés des Objets

Ce panneau offre une interface de configuration pour l'élément sélectionné dans l'Explorateur, avec trois onglets principaux :

- **Propriétés** : Configuration des paramètres spécifiques du lecteur ou filtre ;
- **Affichage** : Contrôle de l'apparence visuelle (couleurs, styles, transformations) ;
- **Informations** : Métadonnées et statistiques sur l'ensemble de données.

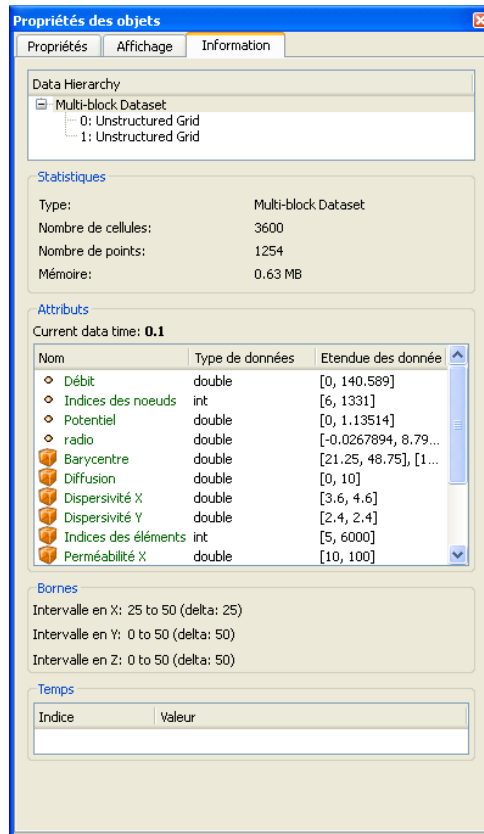


Figure 5: Interface actuelle du inspecteur d'objects Meloview.

7.1.2.2 Système de vues et visualisation

MELOVIEW implémente un système multi-vues permettant différentes représentations des mêmes données :

7.1.2.2.1 Vue 3D

Vue principale permettant la visualisation tridimensionnelle des données avec :

- Manipulation interactive de la caméra (rotation, zoom, panoramique)
- Multiples modes de représentation (surface, fil de fer, points, contours, etc.)
- Support pour le rendu volumique sur données appropriées
- Système d'éclairage et d'ombrage configurable

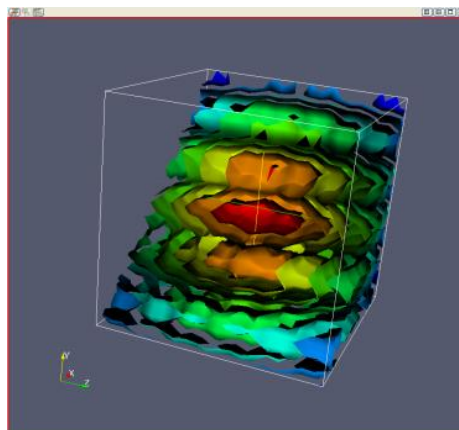


Figure 6: Interface actuelle de la vue 3D dans Meloview.

7.1.2.2.2 Vue Courbe Y=f(X)

Représentation graphique bidimensionnelle permettant :

- La visualisation des attributs scalaires sous forme de courbes
- La sélection d'attributs à tracer sur les axes X et Y
- La personnalisation des courbes (couleurs, styles)
- L'analyse des variations de valeurs sur des points ou cellules

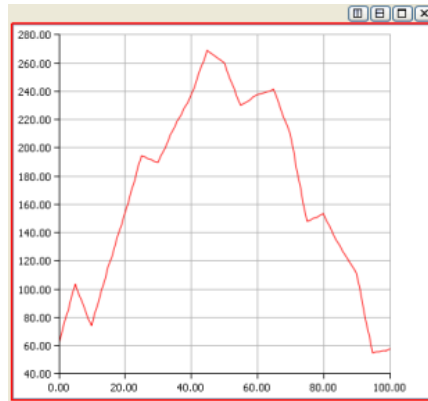


Figure 7: Interface actuelle de la vue courbes Meloview.

7.1.2.2.3 Vue 3D Comparative

Visualisation matricielle permettant la comparaison côte-à-côte des ensembles de données selon :

- Un mode film (variation d'un unique paramètre)
- Un mode comparatif (variation sur deux axes paramétriques)

7.1.2.2.4 Vue Feuille de Calcul

Représentation tabulaire des données permettant :

- La visualisation des valeurs numériques brutes des attributs
- La sélection d'éléments spécifiques (points/cellules)
- Le filtrage et l'analyse des valeurs
- La synchronisation avec d'autres vues pour la sélection

	GlobalNodeId	DISPL	PedigreeNodeId	Points	Point ID
2705	1353	0 0 0	1353	-4.20689 3.05648 -15	2704
2706	3034	0 0 0	3034	-4.15295 3.0173 -15	2705
2707	1355	0 0 0	1355	-4.43373 2.71699 -0.375	2706
2708	3036	0 0 0	3036	-4.37689 2.68216 -0.375	2707
2709	1354	0 0 0	1354	-4.43373 2.71699 0	2708
2710	3035	0 0 0	3035	-4.37689 2.68216 0	2709
2711	1356	0 0 0	1356	-4.43373 2.71699 -0.375	2710

Figure 8: Interface actuelle de la vue feuille de calcul meloview.

7.1.2.2.5 Gestion de vues multiples

L'interface supporte le fractionnement et l'arrangement dynamique des vues avec :

- Division horizontale ou verticale
- Interchangeabilité des positions par glisser-déposer
- Maximisation/restauration d'une vue spécifique
- Synchronisation des sélections entre vues

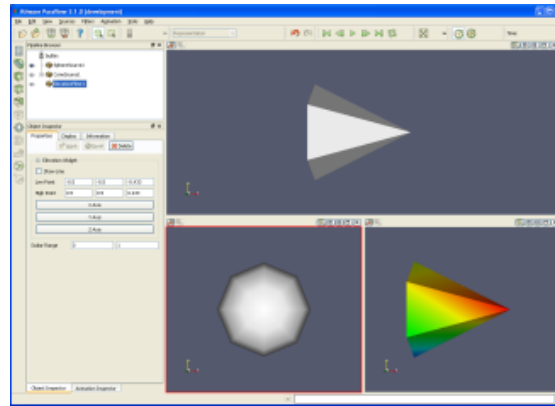


Figure 9: Interface actuelle des vues multiples Meloview.

7.1.2.3 Contrôles et interactions utilisateur

7.1.2.3.1 Barres d'outils et menus

MELOVIEW offre un ensemble complet de barres d'outils spécialisées :

- **Repère** : Gestion de la position du centre et des axes du repère
- **Attribut Courant** : Configuration de la variable visualisée et légende
- **Contrôle de la caméra** : Navigation et alignement sur les axes
- **Filtres usuels** : Accès rapide aux algorithmes fréquemment utilisés
- **Temps** : Navigation temporelle dans les données temporisées
- **Contrôles principaux** : Opérations fondamentales (ouvrir, sauver, annuler, etc.)
- **Représentation** : Sélection du mode de rendu
- **Outils de sélection** : Sélection d'éléments géométriques
- **Magnétoscope** : Contrôle des animations

Les menus offrent un accès structuré à l'ensemble des fonctionnalités :

- **Fichier** : Opérations d'E/S et gestion d'états
- **Edition** : Manipulation d'objets et configuration
- **Vue** : Contrôle de l'affichage et de l'interface
- **Filtres** : Accès aux opérations de transformation des données
- **Aide** : Documentation et assistance

7.1.2.3.2 Sélection et manipulation

Le système offre diverses méthodes de sélection d'éléments :



Figure 10: Interface de sélection et manipulation d'objets Meloview.

- Sélection de surface (points ou cellules)
- Sélection par frustum (traversant le volume)
- Sélection par bloc
- Sélection dans les vues tabulaires

Le panneau "Propriétés de la Sélection" permet la visualisation et la manipulation fine des éléments sélectionnés.

7.1.2.4 Personnalisation visuelle

7.1.2.4.1 Système d'échelle de couleurs

MELOVIEW intègre un puissant éditeur d'échelles de couleurs permettant :

- La définition de mappings personnalisés entre valeurs et couleurs
- La création et gestion de préréglages d'échelles de couleurs
- Le support pour les interpolations dans différents espaces colorimétriques
- Les options d'échelles linéaires ou logarithmiques
- La personnalisation de l'apparence des légendes de couleurs

7.1.2.4.2 Styles de représentation

Plusieurs modes de représentation sont disponibles :

- **Points** : Affichage des sommets uniquement
- **Fil de fer (wireframe)** : Représentation des arêtes
- **Surface** : Rendu surfacique avec ombrage
- **Contour** : Visualisation des limites
- **Volume** : Rendu volumique (pour certains types de données)
- **Surface et facettes** : Combinaison de surface et contours

Des options d'interpolation (Uniforme/Gouraud) permettent de contrôler la qualité du rendu.

7.1.3 Composants Backend et Traitement des Données

7.1.3.1 Gestion de données

7.1.3.1.1 Formats supportés

MELOVIEW est principalement conçu pour traiter les fichiers .resul générés par le code de calcul MELO, en 2D et 3D. Le logiciel supporte également :

- L'exportation vers divers formats d'image (PNG, JPG, TIFF, BMP, PDF)
- Les fichiers d'état (.psvm) pour la persistance des configurations

7.1.3.1.2 Chargement et sauvegarde

Le système implémente :

- Des lecteurs spécifiques pour les différents types de données
- Des mécanismes de détection automatique pour les fichiers 2D/3D
- Des options de sauvegarde d'état pour conserver les configurations
- Des fonctionnalités d'exportation pour les données transformées

7.1.3.2 Pipeline de traitement

7.1.3.2.1 Architecture du pipeline

Le modèle conceptuel du pipeline repose sur :

- Des sources de données (lecteurs)
- Des transformateurs (filtres)
- Des interconnexions flexibles entre composants

Cette architecture permet l'application séquentielle de multiples transformations tout en maintenant la traçabilité des opérations.

7.1.3.2.2 Lecteurs et filtres

Le système fournit des filtres spécialisés incluant :

- **Calculatrice** : Opérations mathématiques sur les attributs
- **Contour** (Isosurface) : Extraction de surfaces d'isovaleur
- **Section** : Découpage géométrique
- **Coupe** : Création de plans de coupe
- **Seuil** : Sélection par valeur
- **Glyphe** : Représentation symbolique

Des filtres avancés spécifiques au domaine d'application sont également disponibles :

- Calcul de flux 2D et 3D
- Analyse de trajectoires de particules

7.1.3.3 Algorithmes d'analyse et de calcul

7.1.3.3.1 Calcul de flux 2D et 3D

MELOVIEW intègre des modules spécialisés pour l'analyse de flux avec :

Calcul de flux 2D :

- Support pour les types de calcul "Écoulement" ou "Activité"
- Options pour les flux "convectif", "dispersif" et "diffusif"
- Génération de visualisations des flux entrants/sortants
- Calcul de bilan des débits sur sélections d'éléments

Calcul de flux 3D :

- Fonctionnalités équivalentes adaptées aux géométries 3D
- Support pour sélections complexes dans l'espace
- Visualisations spécialisées des résultats

7.1.3.4 Temporalité et animation

7.1.3.4.1 Gestion des pas de temps

Le système offre :

- La navigation dans les séries temporelles de données
- Le contrôle précis du pas de temps courant
- La visualisation des attributs variant dans le temps

7.1.3.4.2 Animation

Le sous-système d'animation permet :

- La lecture séquentielle des pas de temps
- Le contrôle de la vitesse et du mode de lecture (boucle)
- L'enregistrement des animations en vidéos ou séquences d'images
- La mise en cache optionnelle pour optimiser les performances

7.1.4 Intégration Front-End/Backend

7.1.4.1 Mécanismes d'actualisation des vues

MELOVIEW implémente un système réactif où les modifications de paramètres entraînent :

- Une mise à jour immédiate pour les paramètres d'affichage
- Une application explicite (bouton Appliquer) pour les transformations couteuses

7.1.4.2 Synchronisation des sélections

Les sélections sont propagées entre les différentes représentations :

- Les éléments sélectionnés dans une vue 3D sont identifiés dans les vues tabulaires
- Les sélections peuvent être transférées entre composants du pipeline
- Le panneau de propriétés de sélection offre une vue unifiée des éléments sélectionnés

7.1.4.3 Gestion d'état et persistance

Le système permet :

- La sauvegarde complète de l'état de l'application (configuration, pipeline, vues)
- Le chargement d'états précédemment enregistrés
- La réversion des actions via un système d'annulation/rétablissement

7.1.5 Aspects techniques transverses

7.1.5.1 Performance et optimisations

7.1.5.1.1 Gestion de la mémoire

MELOVIEW implémente des stratégies d'optimisation mémoire :

- Mise en cache configurable pour les animations
- Limites de cache paramétrables pour s'adapter aux contraintes matérielles

7.1.5.1.2 Accélération graphique

Le système de rendu exploite :

- L'accélération matérielle pour les visualisations 3D
- Des algorithmes optimisés pour le rendu de grands ensembles de données

7.1.5.2 Extensibilité

L'architecture de MELOVIEW permet l'ajout de :

- Nouveaux filtres pour des transformations spécifiques
- Formats de données additionnels - Modes de visualisation spécialisés

7.1.6 Conclusion

MELOVIEW représente une solution technique complète pour l'analyse et la visualisation des résultats de simulation issus du code MELO. Son architecture modulaire, ses capacités de visualisation avancées et ses fonctionnalités spécialisées en font un outil performant pour l'exploration et l'interprétation des données scientifiques complexes.

L'approche par pipeline de traitement, combinée à une interface utilisateur multi-vues, offre aux utilisateurs une flexibilité essentielle pour adapter le logiciel à différents scénarios d'analyse tout en maintenant un environnement de travail cohérent.

7.2 État de l'art de Melobuild

7.2.1 Introduction et présentation générale

MELOBUILD est un composant essentiel de la chaîne logicielle MELODIE (Modèle d'Évaluation à Long terme des Déchets Irradiants Enterrés), dédié à la génération, l'édition et la visualisation de maillages 2D et 3D pour la simulation du transfert de radionucléides depuis un stockage de déchets radioactifs vers la biosphère à travers les milieux géologiques. L'outil s'appuie sur les maillages MELOMAIL (développé par l'ASNR) et GMSH (open source), et produit des maillages exploitables par le code de calcul MELO.

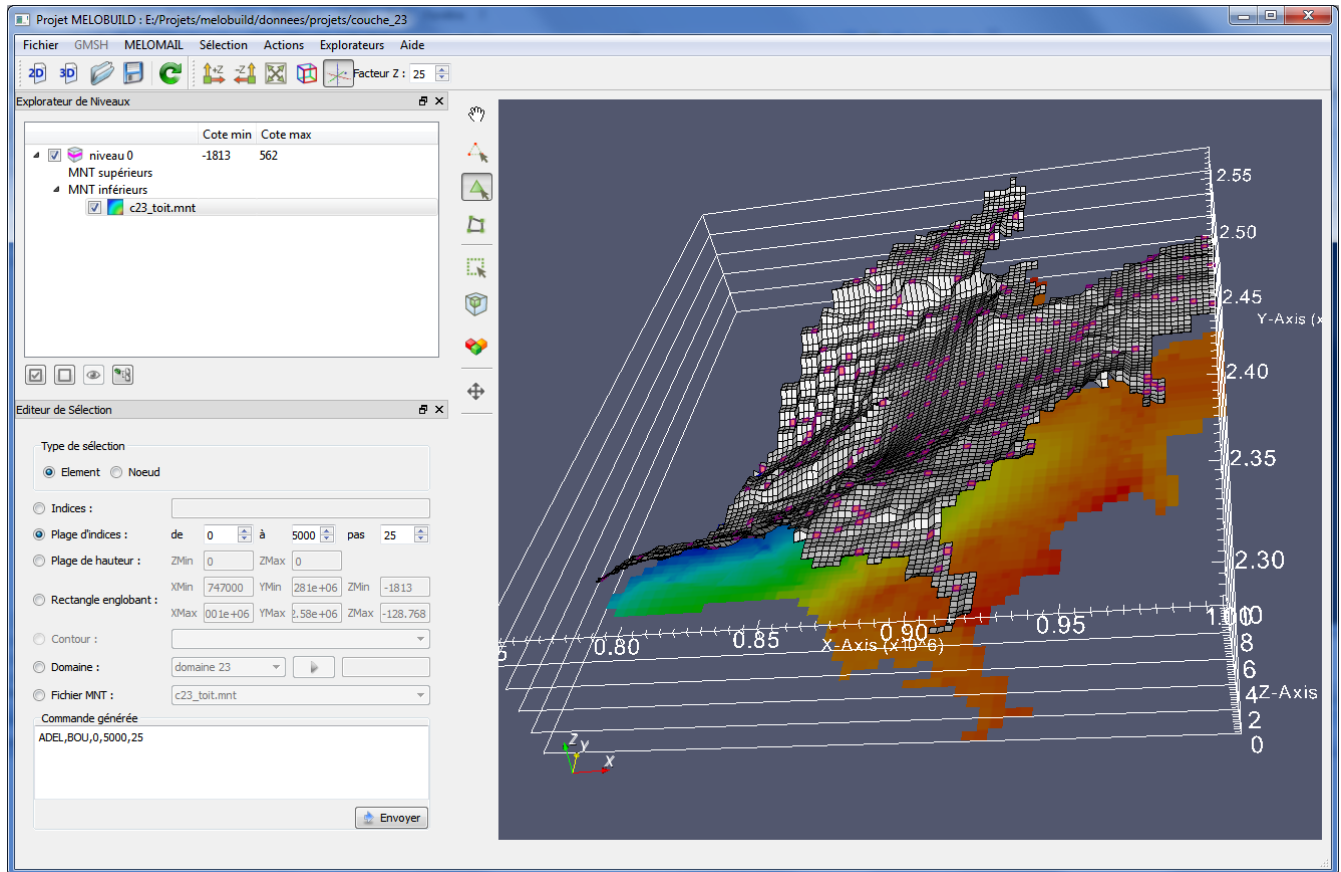


Figure 11: Interface actuelle de l'outil Melobuild.

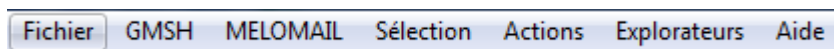
7.2.2 Interface utilisateur (IHM)

7.2.2.1 Organisation générale

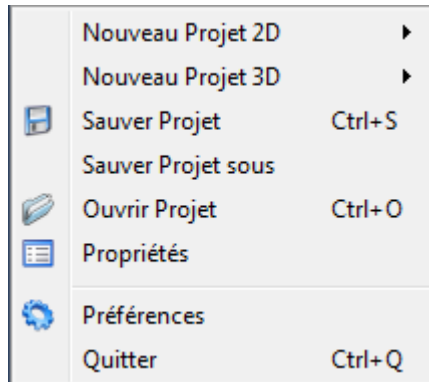
L'interface de MELOBUILD se compose de plusieurs éléments fonctionnels :

- **Vue centrale** : Affichage interactif du projet en 2D ou 3D ;
- **Barre de menus** : Accès aux principales fonctionnalités ;
- **Barres d'outils** : Raccourcis pour les opérations courantes ;
- **Panneaux latéraux** : Outils et explorateurs spécialisés.

7.2.2.2 Menus principaux



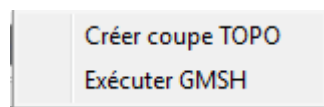
7.2.2.3 Menu Fichier



Permet la gestion des projets et des préférences :

- Création de nouveaux projets (MELOMAIL 2D/3D, GMSH 2D) ;
- Ouverture, sauvegarde et renommage de projets ;
- Accès aux propriétés et préférences de l'application ;
- Fermeture de MELOBUILD.

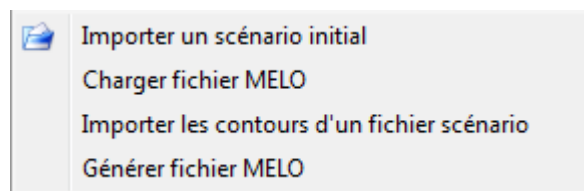
7.2.2.4 Menu GMSH



Activé uniquement pour les projets GMSH 2D, il offre :

- Création de coupes topographiques 2D ;
- Lancement du mailleur GMSH.

7.2.2.5 Menu MELOMAIL



Disponible hors projets GMSH 2D, il permet :

- Import de scénarios et de définitions de maillage MELOMAIL ;
- Import de contours depuis des fichiers scénario ;
- Génération de fichiers de définition de maillage.

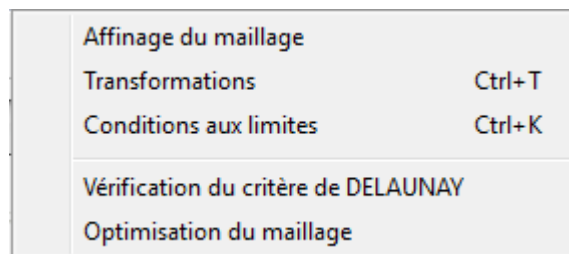
7.2.2.6 Menu Sélection



Accessible lors de l'utilisation des outils de sélection, il propose :

- Modes de sélection graphique (lasso, boîte, domaine) ;
- Sélection/inversion/désélection de nœuds et éléments ;
- Gestion et export des sélections.

7.2.2.6.1 Menu Actions

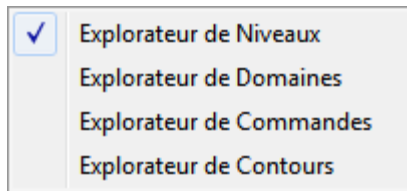


Désactivé pour GMSH 2D, il inclut :

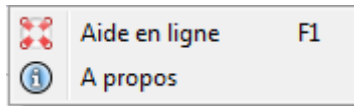
- Affinement et transformation du maillage ;
- Définition des conditions aux limites ;
- Vérification et optimisation selon le critère de DELAUNAY.

7.2.2.6.2 Menu Explorateurs et Aide

- Contrôle de la visibilité des explorateurs :



- Accès à l'aide en ligne et aux informations sur l'application :



7.2.2.7 Barres d'outils

7.2.2.7.1 Barre principale



- Créer un nouveau projet MELOMAIL 2D ;
- Créer un nouveau projet MELOMAIL 3D ;
- Ouvrir un projet MELOBUILD ;
- Sauver le projet courant ;
- Recharger la géométrie courante.

7.2.2.7.2 Barre caméra



- Basculer la vue dans le plan XY, en vue du dessus ;
- Basculer la vue dans le plan XY, en vue du dessous ;
- Passer la vue en affichage perspective ou orthographique ;
- Afficher ou masquer les axes ;
- Passer l'affichage en mode surfacique avec les arêtes ;
- Passer l'affichage en mode surfacique sans les arêtes ;
- Passer l'affichage en mode filaire ;
- Coloration unique ou par domaines ;
- Modifier le facteur de grossissement en Z de la vue.

7.2.2.7.3 Barre des contours



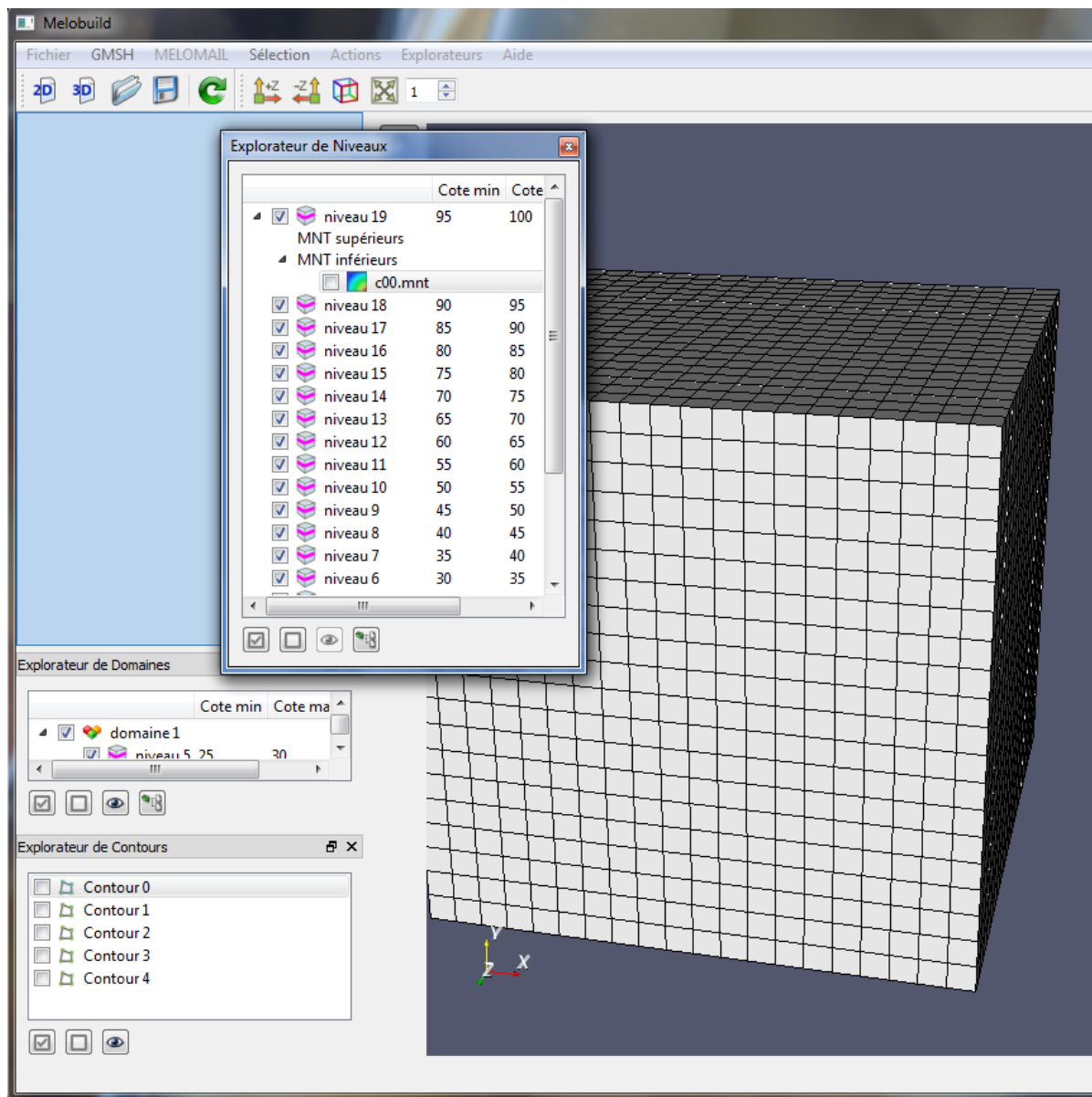
- Édition interactive des points de contour en 3D ;
- Affichage contextuel selon l'outil actif.

7.2.2.8 Panneaux latéraux

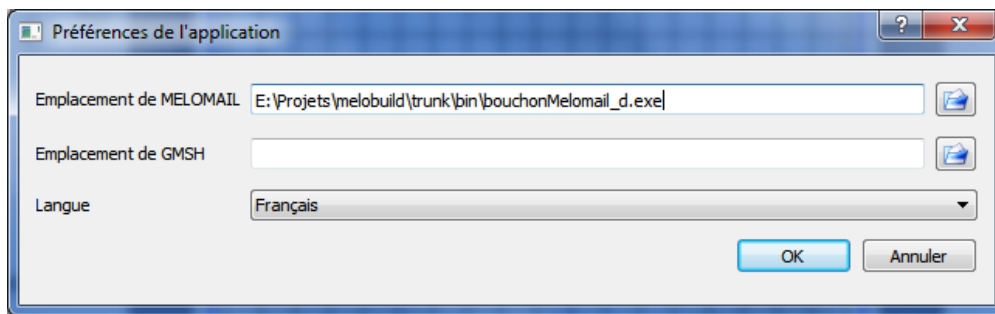
Les panneaux latéraux offrent un accès direct à :

- Explorateur de niveaux et gestion des MNT ;
- Explorateur de domaines et de contours ;
- Explorateur de commandes ;
- Outils de sélection et de coupe topographique.

Ils sont détachables, réorganisables et peuvent être groupés par onglets ou déplacés hors de la fenêtre principale. Leur visibilité est contrôlable via le menu Explorateurs ou la barre de titre.



7.2.2.9 Préférences



Les préférences de MELOBUILD, accessibles via le menu Fichier, permettent de configurer :

- Chemins vers les exécutables MELOMAIL et GMSH ;
- Langue de l'interface et de la documentation.

Les modifications sont prises en compte après validation ou relance de l'application. Le fichier de préférences est stocké avec l'exécutable et chargé automatiquement au démarrage.

8 ANNEXE 2 : Modèle de Sommaire PPAQ

1 Préambule

- 1.1 Objet
- 1.2 Documents de référence
- 1.3 L'offre TMA
- 1.4 Gestion du Plan Qualité Maintenance
 - 1.4.1 Rédaction et diffusion du PPAQ
 - 1.4.2 Approbation du PPAQ
 - 1.4.3 Application du PPAQ

2 Organisation de la maintenance

- 2.1 Schéma d'organisation
- 2.2 Rôles et responsabilités
 - 2.2.1 Le Chef de Projet ASNR
 - 2.2.2 Le chef de projet TMA Titulaire
 - 2.2.3 Le Directeur de projet Titulaire
 - 2.2.4 Interlocuteurs techniques
 - 2.2.5 Acteurs en escalade
 - 2.2.6 Renforts
 - 2.2.7 Continuité de la prestation
 - 2.2.8 Qualification – Disponibilité des intervenants
- 2.3 Réunions / communication / Échanges techniques
 - 2.3.1 Comités de pilotage
 - 2.3.2 Comités de suivi
 - 2.3.3 Points téléphoniques
 - 2.3.4 Ateliers de travail
 - 2.3.5 Outil de ticketing
 - 2.3.6 Adresses mail de diffusion

3 Condition d'intervention

- 3.1 Horaires sur site ASNR
 - 3.1.1 Horaires ouverts
 - 3.1.2 Horaires non ouverts
- 3.2 Pré-requis d'accès sur site ASNR
- 3.3 Intervention sur site ASNR
 - 3.3.1 Poste de travail et compte applicatif
 - 3.3.1.1 Poste de travail
 - 3.3.1.2 Compte applicatif

4 Types de prestations

4.1 Maintenance préventive

4.1 Maintenance corrective

4.2 Maintenance évolutive et adaptative

5 Management de la prestation

5.1 Pilotage

5.2 Tableau de bord et indicateurs

5.3 Évaluation des charges de prestations

5.4 Priorisation des prestations

6 Traitement des tickets 6.1 Généralités

6.2 Saisie des demandes

6.2.1 Priorisation des demandes

6.2.2 Spécificités liées au support

6.2.2 Spécificités liées à l'anomalie

6.2.3 Spécificités liées à l'évolution

6.2.4 Éléments complémentaires à une demande

6.5 Gestion des adaptations/évolutions mineures

6.6 Livraison - Organisation

6.7 Recette – Organisation

6.8 Gestion des anomalies

6.3.1 Gestion des anomalies bloquantes

6.3.2 Gestion des anomalies non bloquantes

7 Méthodes et outils

7.1 Gestion de la documentation

7.2 Principe et outils

7.3 Règles de nommage

8 Livrables

7.1 Phase de prise en charge

7.2 Phase opérationnelle

7.2 Phase de réversibilité

7.3 Modalités de validation des livrables

9 Annexes (si nécessaire)