

Cas B : plateforme métier d'ingénierie environnementale

Cahier des charges technique et dossier de conception du système construit avec l'AIOS, en environ huit semaines

Document anonymisé : les noms de l'entreprise, des personnes, des clients et partenaires, les lieux, les adresses et les montants ont été retirés. Les noms d'outils et de sources de données sont conservés (choix technologiques). Établi à partir des sessions d'accompagnement enregistrées, des relevés techniques et des documents de suivi du projet.

Cahier des charges et dossier de conception : la plateforme métier de Client B

Nature du document. Reconstitution technique, à partir des sessions d'accompagnement et des relevés d'état réalisés sur l'instance, de ce qu'une PME d'ingénierie environnementale (désignée ici **Client B**) a conçu et mis en production avec son AIOS en huit semaines. Le document décrit un système réel, en service, pas un projet.

Anonymisation. Aucun nom d'entreprise, de personne, de client, de partenaire, de commune ni aucun montant ne figure ici. Les noms d'outils et de sources de données tierces sont conservés : ce sont des choix d'architecture, pas des informations confidentielles. Les intervenants sont désignés par leur rôle : **le développeur** (titulaire de l'AIOS, qui pilote la construction), **le dirigeant**, **le directeur des opérations**, **le chargé d'études**, **les opérateurs territoriaux** (le réseau de distribution), **les clients finaux**.

Statut des informations. Ce qui est décrit comme livré a été observé en production lors d'un relevé d'état sur le serveur. Ce qui était planifié mais non constaté est explicitement marqué "prévu" ou "en cours".

1. Contexte et objectifs

1.1 Le métier

Client B est une PME d'ingénierie environnementale. Son produit : la désimperméabilisation de surfaces privées existantes, principalement des parkings d'entreprise. Le principe technique est simple à énoncer et difficile à instruire. On découpe l'enrobé sur une bande étroite, on creuse une noue (une tranchée d'infiltration végétalisée), on y plante des arbres, et l'eau de pluie qui ruisselait vers les grilles avaloir est interceptée par gravité, infiltrée sur place et rendue à la nappe au lieu d'être rejetée au réseau.

L'entreprise n'est pas l'entreprise de travaux : elle opère en maîtrise d'ouvrage déléguée et orchestre un écosystème. Les **opérateurs territoriaux** (des entreprises du paysage,

structurées en groupes, filiales et technico-commerciaux) apportent les affaires et réalisent les chantiers. Les **clients finaux** sont les propriétaires fonciers. Des bureaux d'études et des agences de l'eau interviennent en cofinancement et en instruction.

Cette structure à trois familles d'acteurs (réseau de distribution, équipe interne, clients finaux) est ce qui rend le système d'information non trivial : la même donnée de dossier doit être vue différemment par trois populations, avec des droits différents, et rester une seule source de vérité.

1.2 Le parcours métier, de l'adresse au projet

Le flux nominal, tel qu'il a été spécifié dès la première session, tient en sept temps :

1. Un opérateur territorial repère un site et transmet une **adresse postale**.
2. L'équipe interne instruit la **pré-éligibilité** : identification du tènement foncier, exclusions réglementaires, exclusions morphologiques.
3. L'équipe produit un **scénario 0** : analyse de l'écoulement de l'eau, tracé des zones d'infiltration, déduction des surfaces de collecte, prédimensionnement.
4. Une **checklist de visite** et un brief d'orientation commerciale sont générés pour l'opérateur.
5. L'opérateur fait la **visite sur site** et remonte son compte rendu, ses relevés et ses photos.
6. Un **devis d'étude** est généré et signé en ligne.
7. L'**étude d'opportunité** est produite et livrée.

Avant l'AIOS, les étapes 2 et 3 se faisaient à la main, par allers-retours entre un portail cartographique public et de l'imagerie aérienne, avec, selon les mots employés en séance, "de grosses incertitudes". Les comptes rendus de visite arrivaient par mail et par téléphone.

1.3 L'existant au démarrage

- Une application de suivi d'activité démarrée sur **Lovable**, dont le code avait été récupéré sur **GitHub** et repris en développement assisté avec **Claude Code**.
- Une base **Supabase** hébergée sur le cloud de l'éditeur, aux États-Unis.
- Un **CRM Salesforce** en édition d'entrée de gamme, jugé lourd à paramétrer.
- Une quinzaine de dossiers dans l'application, une cinquantaine en attente.
- Des documents partagés dans SharePoint, un agenda Microsoft 365.

1.4 Pourquoi sortir de l'existant

Trois raisons ont été posées explicitement :

- **Souveraineté et réversibilité.** La donnée métier (dossiers, actionnariat, contacts) ne devait pas rester sur une infrastructure hors Union européenne. Objectif : auto-hébergement sur un serveur en France, sauvegardes maîtrisées, réversibilité complète.
- **Unification du système d'information.** Deux mondes coexistaient (l'application métier et le CRM) avec une duplication de saisie. Le principe d'architecture retenu a été formulé en séance : **une seule source de vérité**, le dossier, dont le CRM n'est qu'une vue commerciale.
- **Coût fixe et indépendance.** Sortir d'un abonnement CRM par siège au profit d'un outil interne multi-utilisateurs sans limite de comptes.

1.5 Les deux priorités posées à l'onboarding

Le périmètre initial (études techniques, prospection, CRM) a été resserré à deux chantiers dès la première session, la prospection étant volontairement reportée :

#	Chantier	Justification retenue
1	Moteur de pré-éligibilité des parcelles	Jugé "le plus touchy", c'est le verrou métier
2	Applicatif métier multi-acteurs	Enjeu de spécification plus que de technique

Dans les faits, les deux chantiers ont été traités dès la première semaine, et le CRM et la prospection, officiellement reportés, ont été rouverts spontanément par l'équipe.

2. Périmètre fonctionnel détaillé

2.1 Module 1 : moteur de pré-éligibilité

Objectif. Transformer une adresse postale en verdict d'éligibilité documenté, avec un pré-scénario d'aménagement, sans intervention humaine autre que l'arbitrage des cas limites.

Utilisateurs. Équipe interne (chargés d'études), en lecture pour les opérateurs.

2.1.1 Résolution du tènement foncier

C'est le verrou identifié à la première session. Un site industriel ou commercial se décompose fréquemment en dix à quinze parcelles cadastrales. Les API cadastrales publiques donnent les géométries et les identifiants des parcelles, mais volontairement pas les propriétaires. Sans propriétaire, impossible de savoir automatiquement quelles parcelles voisines forment un même ensemble.

Le raisonnement acté en séance : le critère fiable de regroupement n'est pas le visuel (l'imagerie aérienne est trompeuse, les aménagements bougent), c'est le **propriétaire**.

Règles métier. - Entrée : adresse postale, éventuellement raison sociale. - Géocodage de l'adresse, récupération des parcelles cadastrales environnantes (identifiant à 14 caractères : département, commune, préfixe, section, numéro). - Résolution du propriétaire de la parcelle pivot, puis regroupement de toutes les parcelles contiguës détenues par le même propriétaire. - Détection du cas **propriétaire-occupant contre locataire** : comparaison entre l'entreprise exploitante du site et la personne morale propriétaire (SCI, holding, foncière tierce). Ce croisement sert de critère de priorisation commerciale. - Sélection manuelle complémentaire : l'utilisateur peut cocher ou décocher une parcelle sur la carte, et l'étude se recalcule sur la sélection. Cas d'usage réels traités : une enclave appartenant à un autre propriétaire au milieu du site, un site multi-propriétaires qu'il faut étudier en entier malgré tout.

Défaut initial corrigé en semaine 1. La première implémentation prenait "la parcelle la plus proche du point d'adresse, puis toutes les parcelles du même propriétaire sur la commune". Résultat : des parcelles isolées à l'autre bout de la commune entraient dans le tènement. Le code a été repris et **recalé sur des copies de dossiers réels déjà tracés à la main**, jusqu'à une fiabilité passée d'environ 80 % à environ 95 %.

Cas résiduels documentés. Petites entreprises absentes du référentiel, montages en SCI, **copropriétés d'entreprises** (aucun propriétaire répertorié, parfois pas de dénomination), adresses sans numéro de voie.

2.1.2 La cascade de sources et le drapeau de vérification

Décision d'architecture prise en session 2, implémentée avant la session 3 : ne pas chercher une source parfaite, mais **chaîner trois sources par coût croissant** avec un signalement explicite des cas non tranchés.

Rang	Source	Rôle
1	Fichier DGFIP des parcelles des personnes morales, chargé en local	Couverture large, coût nul, souveraineté
2	API Google Places (fiche d'établissement)	Localise l'entreprise dans sa parcelle quand le propriétaire est inconnu
3	API cadastrale publique	Géométries, contrôle

Règle : si les trois sources ne concordent pas, ou si l'information manque, le dossier est marqué **“vérification à la main requise”** plutôt que de produire un résultat faux silencieusement. Ce point a été discuté explicitement : mieux vaut un cas signalé qu'une étude lancée sur la mauvaise parcelle.

En complément, l'API Map Tiles est utilisée pour disposer d'une vue aérienne haute définition, plus précise que le fond de carte par défaut, uniquement sur la zone utile. Cette parcimonie a été un critère de conception : appeler l'imagerie payante seulement là où elle sert.

Statut : la troisième source a été branchée entre les sessions 2 et 3, avec le constat en séance que “tous les tènements fonciers sont OK”.

2.1.3 Cascade d'exclusions réglementaires et morphologiques

Une fois le tènement établi, le dossier passe une cascade de critères éliminatoires.

Critère	Source	Automatisation
Zone à risque (inondation bloquante, argiles, radon, captage)	Géorisques	Automatique
Zonage pluvial interdisant l'infiltration	Règlement PLU	Lecture automatique du zonage, verdict d'autorisation encore manuel
Sols pollués	Bases publiques de sites et sols pollués	Prévu
Remontée de nappe	Source publique	Prévu
Pente supérieure à 15 %	Altimétrie IGN	Automatique, calcul maison

Le cas de la pente est représentatif de la méthode. Le besoin est un seuil à 15 %. Les couches cartographiques publiques prêtes à l'emploi n'exposaient qu'un seuil à 30 %. La donnée brute d'altimétrie, elle, existe. Plutôt que de renoncer, la pente a été **recalculée à partir du modèle altimétrique**, ce qui a rendu le critère disponible à n'importe quel seuil.

La justification métier du seuil est juridique autant que technique : au-delà de 15 %, l'infiltration exige un stockage, et un stockage en pente peut faire résurgence chez le voisin, ce que l'article 640 du Code civil interdit (aggravation de la situation du fonds servant).

Point de vigilance relevé au dernier relevé d'état. Les critères d'exclusion ont été mis en sommeil temporairement, code commenté et tracé, en attendant un arbitrage produit. Un défaut a d'ailleurs été trouvé à cette occasion : le drapeau d'éligibilité valait `false` par défaut, si bien qu'une trentaine de dossiers jamais rouverts affichaient "site non éligible" alors qu'aucun zonage n'avait été instruit. Cet arbitrage (rétablir les critères ou assumer un garde-fou humain) est ouvert.

2.1.4 Moteur géospatial et scénario 0 assisté

C'est le cœur technique. À partir du tènement et de l'altimétrie :

- **Analyse de l'écoulement** : points hauts, points bas, sens de ruissellement, bassins versants.
- **Tracé opérateur** : le chargé d'études dessine en vert les zones d'infiltration (noues, jardins de pluie) là où il souhaite intercepter l'eau.
- **Déduction automatique de la surface de collecte** : l'application calcule et trace en bleu le polygone du bassin versant intercepté par chaque noue, sol et toiture.
- **Contrôle réglementaire** : la surface de collecte fonde deux calculs. D'une part le seuil légal de 50 % des eaux de pluie du parking à infiltrer. D'autre part le dimensionnement subventionnable : le volume stocké dans la noue doit couvrir au moins 15 mm de pluie sur la surface de collecte. C'est le document que le service instructeur de l'agence de l'eau examine, d'où l'exigence de précision.
- **Prédimensionnement** du projet, et calcul d'un indice de facilité (rapport entre la surface facilement interceptable et la surface totale du parking).

Fonctions ajoutées au fil des sprints :

- bouton explicite de lancement de l'analyse d'écoulement (initialement bloqué tant que la sélection de parcelles n'était pas fiable) ;
- édition manuelle des polygones (poignées de déformation, alignement sur la voirie ou, plus juste hydrauliquement, sur les **lignes de crête** des voiries en pointe de diamant) ;
- profils altimétriques de vérification, à la demande, pour contrôler qu'un ruissellement annoncé est plausible ;
- **garde anti-bâtiments** appuyée sur la BD TOPO, pour ne pas placer une noue sur du bâti ;
- arbres numérotés et masquables, surfaces éditables au clic, versions d'étude datées ;
- captures de carte multi-vues rangées directement dans le document produit ;
- bandeau "document interne, ne pas communiquer au client" en tête du scénario 0, remis après qu'une dérive d'usage a été détectée.

Un bug d'analyse d'écoulement a été identifié et corrigé en cours de route, ce qui a débloqué la génération automatique des surfaces de collecte.

2.1.5 Checklist de visite

Refondue en cours de projet. Elle est composée directement dans la page du scénario 0 :

- cinq items indispensables verrouillés sur tous les dossiers ;
- bibliothèque d'items partagée par l'équipe, réutilisable ;
- réponse tripartite du client (oui, non, ne sait pas) ;
- zones à contrôler posées sur le plan avec des pastilles numérotées ;
- mémos de visite à l'attention de l'opérateur, rappelant l'objectif commercial de l'entretien et les points à faire dire au prospect.

2.1.6 Livrables web par dossier

Décision prise dès la première session : abandonner le PDF au profit d'une **page web générée par dossier**, aux couleurs de l'entreprise, transmissible par lien.

Trois gabarits sont en production :

1. **page d'éligibilité** (verdict et justification) ;
2. **scénario 0** (document de travail interne, non communiqué au client final) ;
3. **étude de principe**.

À quoi s'ajoutent les propositions commerciales, déclinées en deux variantes selon l'offre, en page web et en document bureautique. La page publiée porte un identifiant d'URL construit à partir du nom du site et de la commune : l'audit a relevé que deux dossiers homonymes dans la même commune écrasent mutuellement leur page publiée, ce qui rend le dédoublonnage nécessaire (voir 6.1).

Statut : ce livrable, qui était le maillon manquant du pipeline à la fin de la première quinzaine, a été livré et industrialisé, avec des dossiers réels effectivement publiés en ligne.

2.2 Module 2 : base parcellaire nationale embarquée

Objectif. Rendre la résolution de propriétaire gratuite, illimitée et souveraine.

Choix retenu. Plutôt que d'appeler une API commerciale à la requête, le fichier public DGFIP des locaux et parcelles des personnes morales a été **téléchargé et chargé en base locale**, France entière : de l'ordre de 18 millions de parcelles et près de 2 millions de propriétaires personnes morales.

Conséquences techniques. - Une table dédiée de plusieurs gigaoctets (environ 4,3 Go au moment de l'audit), la plus volumineuse de la base, rechargeable à volonté puisque c'est un référentiel externe. - C'est la seule table exclue du chiffrement d'accès par ligne (données publiques, accès en lecture seule), et la seule exclue des dumps de sauvegarde, précisément parce qu'elle est reconstituable. - Jointure à construire soi-même sur l'identifiant de parcelle à 14 caractères.

Limites connues et assumées. Le fichier ne couvre que les personnes morales (un propriétaire personne physique n'y figure pas), il ne couvre pas certains territoires à droit local, et il est publié par millésime annuel, donc une mutation récente peut ne pas être reflétée. Ces trois limites sont exactement les cas que le drapeau "vérification à la main requise" doit attraper.

2.3 Module 3 : vision par ordinateur sur imagerie aérienne

Objectif exprimé en séance. Détecter automatiquement, sur la photo aérienne, la voirie de circulation (zones à neutraliser, où l'on ne plantera pas), les places de stationnement et leurs rangées, et les arbres existants, pour placer les noues entre deux rangées et sortir "en cinq secondes un scénario aménagé avec son efficacité".

Conseil méthodologique appliqué. Chercher d'abord l'existant open source plutôt que de repartir de zéro, puis procéder par modèle spécialisé, une caractéristique visuelle à la fois.

Ce qui a été fait. - Recherche puis intégration de codes open source existants. Premier écueil réel : les modèles trouvés étaient entraînés sur des arbres nord-américains, mal adaptés au contexte français ; une seconde recherche ciblée a fourni des jeux adaptés, et la détection combine désormais plusieurs sources. - **Détection des arbres** : pile combinant un modèle de détection d'arbres sur imagerie aérienne, un jeu de données d'occupation du sol français et un indice de végétation (NDVI), validée dès la première quinzaine avec un état de l'art documenté. - **Détection et comptage des places de parking** : un service dédié capture l'imagerie satellite haute définition et compte les emplacements. - **Fallback vectoriel** : lorsque les données OpenStreetMap décrivent les allées et parkings d'un site (y compris sur des parcelles privées), l'application s'en sert directement pour poser une noue au milieu de l'allée, **sans aucun modèle d'image**. L'analyse d'image n'est appelée qu'en repli, quand la donnée vectorielle manque.

Piège identifié et traité. Le recalage entre l'imagerie d'un fournisseur commercial et l'orthophotographie institutionnelle : décalage de plusieurs mètres et millésimes différents. Ne pas le corriger reviendrait à poser des noues à côté des rangées réelles.

Recommandation formulée et non encore exécutée. Mesurer le taux d'erreur du comptage sur un échantillon de parkings réels avant d'appuyer une étude payante sur ce module.

2.4 Module 4 : comptage des places sans imagerie

Cas intéressant de **désescalade technique**. Le comptage des places était décrit comme "le truc hyper chiant" du métier, et devait initialement passer par la vision par ordinateur. La fonction livrée en production ne fait ni image ni calcul lourd :

1. l'utilisateur trace la surface de stationnement ;
2. il délimite un linéaire en deux clics ;
3. il encadre une place de référence en deux clics ;
4. l'application compte et dessine les places.

Quatre clics, zéro modèle, résultat déterministe. La vision par ordinateur reste sur la feuille de route pour l'automatisation complète, mais n'est pas un prérequis.

2.5 Module 5 : CRM interne en remplacement de l'existant

Objectif. Remplacer le CRM du marché par un moteur configurable interne, partageant la base de données de la production.

Migration réalisée. Contacts, pistes, opportunités et activités ont été récupérés par API : de l'ordre de 3 000 fiches, un peu plus de 200 affaires, près de 10 000 activités, répartis sur six

pipelines. Une synchronisation en temps réel avec l'ancien CRM a été maintenue pendant la transition.

Découverte au passage. Un défaut de l'ancien système avait dupliqué chaque membre de l'équipe plus de cent fois. Environ 2 400 doublons ont été purgés, des deux côtés.

Position assumée. Stabiliser d'abord le périmètre fonctionnel, remigrer proprement ensuite. La propreté des données a été volontairement remise à plus tard, ce qui est un choix explicite et non un oubli.

Fonctionnalités. Moteur d'objets configurable, pipelines, module de tâches, tableaux de bord de pilotage commercial et d'activité, journal d'étapes.

Dettes structurelles identifiées par leur propre audit. Le pont entre le CRM et la production existe (une affaire porte une référence de dossier) et la tuyauterie automatique aussi (création d'une fiche CRM à la création d'un dossier, propagation des statuts et des dates de visite). Mais le **rapprochement historique n'a jamais été fait** : au moment de l'audit, seules trois affaires sur plus de deux cents étaient reliées à un dossier. La conclusion écrite dans leur propre rapport : faire ce backfill avant tout tableau de bord, sinon les chiffres de pilotage seront faux. Ce point restait ouvert au dernier relevé.

2.6 Module 6 : portail client et machine à états du dossier

Objectif. Donner au client final une page de suivi de son dossier.

État. Le portail existe et affiche une frise de phases. Deux limites ont été relevées :

- la colonne de statut des dossiers n'est pas alimentée (la quasi-totalité des dossiers reste au statut par défaut), si bien que le portail affiche la même première étape pour tout le monde ;
- la machine à états commerciale encode encore l'ancien modèle de vente, antérieur à la refonte du flux.

Le chantier a été **volontairement mis en pause** en attendant une décision produit : quel découpage de phases montrer au client. C'est une décision de conception, pas un défaut technique, mais elle bloque une surface visible par des prospects.

2.7 Module 7 : espace opérateur territorial

Objectif. Donner au réseau de distribution un espace autonome, et à l'équipe interne la traçabilité des affaires apportées.

Modèle organisationnel supporté. Groupe, filiales, et à l'intérieur de chaque filiale des technico-commerciaux individuels. La table des opérateurs est auto-référencée (un opérateur peut avoir un opérateur parent), les profils sont rattachés à un opérateur avec un rôle interne (administrateur ou membre). Une notion de périmètre multi-agences existe dans le modèle mais n'était pas encore utilisée.

Écrans livrés. - **Accueil impact** : nombre d'arbres plantés, mètres cubes d'eau réinfiltrés, agrégés sur les chantiers de l'opérateur. - **Mes dossiers** : liste et transmission d'une nouvelle adresse de site avec le nom du client, la personne de contact, son courriel et son téléphone. - **Suivi de projet** : avancement dossier par dossier. - **Mon organisation** : espace administratif où l'opérateur dépose ses pièces (attestation de responsabilité civile,

extrait d'immatriculation), et où le dirigeant de l'entreprise partenaire gère son équipe (invitation et suppression d'utilisateurs).

Gouvernance actée. L'opérateur signale, Client B décide. La délégation de gestion d'équipe au dirigeant de l'entreprise partenaire est un choix explicite, discuté en séance et retenu.

Compte rendu de visite en trois clics, qui remplace l'ancienne bascule par agenda.

2.8 Module 8 : application terrain hors ligne

C'est la réponse à la douleur numéro un remontée par le directeur des opérations : les comptes rendus de visite des opérateurs, jusqu'alors éparpillés entre mail, téléphone et espace documentaire.

Forme. Une **PWA installable distincte** de l'application principale, pensée hors ligne d'abord, installée depuis une URL (pas de passage par un magasin d'applications). Le choix a été discuté explicitement en séance : sur mobile, la PWA donne l'essentiel des capacités d'une application native, notifications comprises, sans cycle de validation.

Principes d'interface. - **La carte est l'écran de la visite**, pas un onglet parmi d'autres. - **Aucun bouton "Enregistrer"** : tout est sauvegardé au fil de l'eau. Contrainte directe du terrain, où l'on perd le réseau et où l'on n'a pas une main libre. - Une fenêtre de fin de visite "transmettre", qui clôt et envoie.

Fonctions livrées. - Photos prises depuis la carte, **géolocalisées** : l'application dépose une pastille à l'endroit de la prise de vue. - Relevés terrain positionnés : grilles avaloir, arbres existants, descentes de gouttières. Ce sont précisément les éléments que l'imagerie satellite ne donne pas de façon fiable, et que l'équipe distante devait jusque-là deviner. - Checklist de visite remplie sur place. - **Synthèse de visite téléchargeable en PDF.**

Pistes discutées et non tranchées (session 4, explicitement à l'état de piste) : enregistrer l'**orientation** de la prise de vue via le gyroscope et la boussole du téléphone ; produire des **prises de vue panoramiques sphériques** pour reconstituer un parcours de type vue immersive à l'intérieur du site privé, la voirie publique n'y donnant pas accès ; à plus long terme, une reconstruction 3D à partir de photos pour générer des visuels avant et après plantation. La position retenue en séance : commencer par la sphère photographique guidée (l'application indique à l'opérateur où se placer et lui fait faire le mouvement), mesurer si cela réduit réellement le nombre d'itérations, et ne passer à la 3D qu'ensuite.

2.9 Module 9 : chaîne devis, signature et facturation

Objectif. Passer de la visite à un devis signé sans ressaisie.

Flux livré en production. 1. Depuis l'onglet livrable du dossier, l'utilisateur choisit l'offre parmi les deux variantes du catalogue. 2. Un clic génère le **devis dans l'outil de facturation** (Axonaut). 3. La proposition commerciale est générée en page web, avec peu de variables : opérateur (logo co-marqué), contact client, auteur du projet, logo du client, vue aérienne du site, et **agence de l'eau de rattachement**, dont dépend le montant de subvention affiché (six agences de l'eau en France, barèmes différents). 4. La page est publiée et le lien transmis à l'opérateur, qui le transmet à son client. 5. Le client commande depuis la page : il est redirigé vers la **signature en ligne** (YouSign via l'outil de facturation), signe, et la facture suit. 6. Un **guetteur automatique interroge la signature toutes les cinq minutes** et fait avancer le dossier.

Décision d'architecture notable. Un système de signature interne avait été développé pour éviter le coût par signature du prestataire. Il a été **abandonné volontairement** : sans autorité de certification, la valeur probante en cas de litige n'est pas là. Le raisonnement est explicite en séance : "ça pourrait passer parce que dans la plupart des cas il n'y a pas de problème, mais en cas de problème, autant faire ça". Cas d'école de "ne pas réimplémenter ce qui doit être opposable".

Un espace client accompagne la chaîne. Des demandes de signature réelles étaient en base au moment du relevé.

2.10 Module 10 : prévisionnel de trésorerie

Objectif. Donner à la direction un outil de pilotage financier interne.

Ce que l'outil fait (les chiffres portés sont hors périmètre de ce document) : reprise ligne par ligne de la structure du plan d'affaires, **versionnage daté** des hypothèses, calcul du point mort par canal de vente, et projection de trésorerie.

Il a été construit à la suite d'une visioconférence de cadrage avec la direction, ce qui illustre un point de méthode : l'AIOs a servi d'atelier de modélisation, pas seulement d'atelier de développement.

2.11 Module 11 : mode formation, tutoriels et documentation

Mode formation. Un monde fictif complet, avec son propre poste de pilotage et un jeu de données rejouable. Objectif : former des opérateurs territoriaux sans polluer la base de production ni exposer de vrais dossiers.

Tutoriels générés automatiquement. Des présentations sont produites par un robot de navigation qui parcourt l'application via un lien de connexion à usage unique et capture les écrans. La documentation se régénère donc quand l'interface change, au lieu de se périmérer.

Vidéo de démonstration du parcours complet, de la piste au devis envoyé, en deux vues.

Documentation fonctionnelle et guide utilisateur consultable dans l'application, demandés explicitement en séance ("il faut qu'ils aient une espèce de service client, que tout soit documenté quelque part").

2.12 Module 12 : formulaires et agenda internes

Deux briques SaaS ont été remplacées par du code interne :

- **Formulaires internes**, en remplacement de deux services de formulaires en ligne ;
- **Prise de rendez-vous interne** sur l'agenda Microsoft 365 d'un chargé d'études, en remplacement d'un service de prise de rendez-vous, branchée sur l'API de messagerie et d'agenda.

Un **chat interne entre opérateurs** était en chantier.

2.13 Module 13 : comptes, authentification et emails transactionnels

Modèle de comptes livré. Quatre rôles : super-administrateur, administrateur (équipe interne), opérateur (rattaché à une organisation, avec un sous-rôle administrateur ou membre) et client (accès portail limité à son dossier). Des fonctions serveur dédiées créent les comptes internes, opérateurs, clients et administrateurs, avec une page de définition de

mot de passe et un renvoi d'invitation. Un compte administrateur crée le compte de l'entreprise partenaire, puis le dirigeant de cette entreprise invite lui-même ses salariés.

Emails transactionnels : prévu, non livré. L'intégration d'un service d'envoi transactionnel (Resend) a été recommandée dès la session 3, avec une documentation d'implémentation complète déposée dans l'espace partagé : table de jetons à usage unique avec empreinte SHA-256 et non le jeton en clair, portées séparées entre confirmation et réinitialisation, expiration courte, un seul jeton valide par utilisateur et par type, réponses indifférenciées pour ne pas permettre l'énumération de comptes, mode "capturé" en développement pour tester sans réseau.

Au dernier relevé d'état, cette brique n'était pas installée. Le module de comptes avait été codé en interne à la place, et la configuration d'envoi du serveur d'authentification était encore celle de la démonstration par défaut (hôte fictif, expéditeur fictif). **Conséquence opérationnelle : aucune invitation d'opérateur ne pouvait sortir du serveur**, ce qui bloquait l'objectif de rentrée (ouvrir l'application au réseau). C'est le point dur identifié, et il tient en une brique de trente minutes.

2.14 Module 14 : observabilité (prévu)

Deux briques recommandées et non installées au dernier relevé :

- **Suivi d'erreurs** (Sentry), avec un usage particulier : brancher le flux d'erreurs sur l'AIOS pour qu'il lise la trace et propose ou applique le correctif. Cette boucle a été nommée en séance "self healing".
- **Analyse d'usage et rejeu de session** (PostHog), pour identifier les points de friction réels une fois les opérateurs sur le terrain, sur mobile, avec un réseau instable.

L'argument porté en séance : sur ce terrain, le rejeu de session vaut mieux que des réunions d'ergonomie, et c'est justement au moment où des utilisateurs externes arrivent que ces deux outils prennent leur valeur.

2.15 Module 15 : studio éditorial et outillage annexe

Non demandé au départ, construit spontanément : calendrier éditorial, gestion des voix par personne, bibliothèque de supports validés, kit de communication pour les opérateurs, bilans de quinzaine, production de supports pour les réseaux sociaux. Ainsi qu'un prototype de jeu de sensibilisation.

Un **graphe de code local** (codegraph) a également été branché pour outiller la navigation dans une base de code devenue volumineuse.

2.16 Module 16 : filets de sécurité applicatifs

Ce module n'était dans aucune spécification initiale. Il est né d'un incident réel : deux utilisateurs travaillant simultanément sur le même dossier, l'un écrasant le travail de l'autre.

La question posée en séance est une question d'architecture, pas de correctif : "que doit-il se passer quand deux utilisateurs touchent le même ensemble de données ?". La réponse implémentée :

- **verrou d'édition par dossier**, avec le nom de l'éditeur courant affiché ;
- **refus serveur des écritures périmées** (garde anti-écrasement) ;

- **fusion atomique par clé** côté base sur l'objet de travail du dossier, pour que deux écritures sur des domaines différents ne se détruisent pas ;
- **archivage automatique avant chaque écriture**, avec restauration en un clic ;
- **corbeille** pour les dossiers supprimés ;
- **journal d'activité** consignait créations, modifications et suppressions, ajouté explicitement pour pouvoir remonter la chaîne quand une donnée disparaît ;
- **garde de séquence** sur les statuts.

2.17 Modules exploratoires

- **Screening propriétaires-occupants.** En s'appuyant sur la base parcellaire locale croisée avec l'annuaire des entreprises, un balayage a détecté une centaine d'entreprises propriétaires de leur site sur une seule commune, avec extraction des dirigeants. Officiellement hors périmètre, ce module est resté à l'état d'outil interne.
- **Interface partenaire photovoltaïque.** Prévu, spécifié en fin de période : la plupart des solutions vendues étant mixtes (végétal et photovoltaïque), un troisième type de profil doit permettre à un bureau d'études partenaire de co-construire l'étude, avec ses propres critères d'exclusion et ses propres besoins de relevés de visite.
- **Relevés panoramiques immersifs.** À l'étude (voir 2.8).

3. Modèle de données

Relevé effectué lors de l'audit de base réalisé par l'équipe à la demande de l'accompagnement, exécuté directement sur la base de production.

3.1 Photographie générale

- **Environ 40 tables applicatives** dans le schéma principal, plus les schémas d'authentification et de stockage de fichiers.
- **30 clés étrangères**, avec des règles de cascade cohérentes.
- **Sécurité au niveau ligne activée sur toutes les tables métier**, une seule exception volontaire : le référentiel cadastral public.
- Volumétries à l'audit : référentiel cadastral environ 4,3 Go, archives d'annulation environ 359 Mo, dossiers environ 34 Mo, une quinzaine de comptes utilisateurs.

3.2 Identité et rôles

Objet	Rôle
auth.users	Comptes d'authentification
profiles	Identité applicative : nom, rôle, rattachement opérateur, droits fins
operators	Entreprises partenaires, auto-référencées par un parent (groupe et filiales)
operator_scopes	Périmètre multi-agences d'un technico-commercial (modélisé, inutilisé)

Piège structurel documenté. La jointure entre le compte et le profil se fait par une colonne de référence explicite, et non par la clé primaire du profil, les deux colonnes existant. Un seul usage fautif avait été introduit dans l'application (le nom affiché sur le verrou d'édition) ; il a été corrigé le soir même de l'audit. La recommandation retenue : documenter la convention partout plutôt que réaligner les identifiants, un réaligement touchant un grand nombre de politiques de sécurité.

3.3 Production

Objet	Rôle
studies	Le dossier, unité de production, un site étudié
wizard_data	Objet de travail du dossier, une clé par domaine : identification du site, analyse parcellaire, scénario, calculateur, opportunité
study_snapshots	Archives avant écriture, restauration en un clic
studies_trash	Corbeille
study_messages	Fil de discussion du dossier
activity_log	Journal d'activité
signature_requests	Demandes de signature
notifications	Notifications utilisateur

Choix assumé du blob de travail. Regrouper l'état de l'assistant d'étude dans un objet structuré par clés plutôt que dans des dizaines de colonnes est un choix explicite, protégé par la fusion atomique par clé, le verrou d'édition et les archives.

Défaut de conception identifié et chiffré. Les captures d'écran du scénario 0 étaient stockées **encodées en base64 dans la base**, et dupliquées dans chaque archive. Résultat : quelques dizaines de mégaoctets sur une poignée de dossiers, mais surtout environ 90 % du poids des sauvegardes. Correctif recommandé et priorisé : stocker les fichiers dans le compartiment de fichiers et ne garder que l'URL. Gain annoncé : une base environ dix fois plus légère.

3.4 Commercial

Objet	Rôle
crm_records	Fiches importées et créées (personnes et organisations)
crm_deals	Affaires, avec une référence vers le dossier de production
crm_stage_events	Journal des changements d'étape

Position d'architecture actée : le dossier est la source de vérité de la production, l'affaire est la vue commerciale, rattachée un pour un au dossier dès la prospection. La tuyauterie de synchronisation existe par déclencheurs base ; le rapprochement historique reste à faire.

3.5 Référentiel externe

`dgfip_parcelles` : le fichier public des parcelles des personnes morales, chargé France entière. Table en lecture seule, exclue de la sécurité par ligne et des dumps, puisque reconstituable depuis la source publique.

3.6 Ce qui manque au modèle

Point relevé et priorisé par l'audit : les **indicateurs d'impact par dossier** (mètres cubes infiltrés, indice de canopée, différentiel de température) sont affichés dans l'espace opérateur mais ne sont pas encore modélisés proprement. Recommandation : les modéliser avant de construire les tableaux de bord qui s'en nourriront, chaque site étant destiné à devenir un générateur de données d'impact suivi dans la durée.

4. Architecture technique

4.1 Vue d'ensemble

- **Un serveur privé virtuel unique, en France**, qui héberge à la fois l'AIOS et l'ensemble de la plateforme métier.
- **Application web** responsive (un front unique servant l'équipe interne, les opérateurs et les clients selon le rôle) et **PWA de visite** installable séparément.
- **API métier** exposée sur un sous-domaine dédié.
- **Base PostgreSQL** avec la pile Supabase auto-hébergée : authentification, stockage de fichiers en compartiments, fonctions serveur, sécurité par ligne.
- **Proxy inverse** avec certificats automatiques, un sous-domaine par service.
- **Services applicatifs dédiés** gérés par le système d'init, dont le service de capture d'imagerie satellite haute définition.
- **Nom de domaine propre** de l'entreprise branché sur l'application, mis en ligne par l'équipe seule entre deux sessions.

4.2 Migration depuis l'hébergement d'origine

La sortie de l'hébergement de l'éditeur a été faite en première semaine. Une période de double exploitation a suivi : l'équipe éditait encore sur le cloud d'origine pendant que le développeur fusionnait à la main les modifications (une quarantaine de contributions fusionnées en une seule passe, avec un script de synchronisation dédié). Cette phase a produit un incident réel : une divergence de schéma entre le cloud et le serveur a fait atterrir tous les utilisateurs sur un écran sans rôle. La bascule définitive a été faite peu après, et la double exploitation arrêtée.

Leçon consignée : fixer une date de bascule unique dès le départ ; une double exploitation sans date de fin coûte des fusions manuelles et finit par casser la production.

4.3 Tâches planifiées

Fréquence	Tâche
Toutes les 5 minutes	Veille sur les demandes de signature

Fréquence	Tâche
Toutes les 5 minutes	Veille sur la boîte de réception liée aux devis
Quotidien, nuit	Deux dumps locaux de la base (un chiffré complet, un en clair sans le référentiel cadastral), rétention deux semaines
Quotidien, tôt le matin	Dump complet plus fichiers des compartiments, poussé hors site sur une branche dédiée d'un dépôt Git, sept jours glissants
Quotidien, tôt le matin	Commit et poussée du code applicatif sur le dépôt distant
Quotidien, soir	Digest d'activité

Ordre de grandeur : la sauvegarde quotidienne hors site pèse plusieurs centaines de mégaoctets, ce qui a fait apparaître une limite de taille de fichier côté hébergeur de dépôt et renforce l'intérêt du correctif sur les captures en base64.

5. Intégrations et API

Intégration	Usage	Statut
Fichier DGFIP des personnes morales	Parcelle vers propriétaire, tènement foncier	Livré, chargé en local
API cadastrale publique	Géométries et identifiants de parcelles	Livré
Altimétrie IGN	Calcul de pente au seuil voulu, écoulement	Livré
BD TOPO	Garde anti-bâtiments sur les tracés	Livré
Géorisques	Exclusions de risque	Livré
Règlement et zonage PLU	Zonage pluvial	Lecture livrée, verdict manuel
Google Places	Localisation d'un établissement dans sa parcelle	Livré (source 2 de la cascade)
Google Map Tiles	Imagerie haute définition sur zone utile	Livré
Fond de carte vectoriel (Mapbox)	Carte applicative	Livré
OpenStreetMap	Allées et parkings vectorisés, évite l'analyse d'image	Livré

Intégration	Usage	Statut
Bases de sols pollués	Exclusion pollution	Prévu
API du CRM du marché	Migration puis synchronisation temps réel	Livré, puis arrêté après bascule
Axonaut	Génération de devis et facturation	Livré, en production
YouSign	Signature électronique avec certificat	Livré, en production
Microsoft 365 (messagerie et agenda)	Boîte de contact, agenda de prise de rendez-vous	Livré
Resend	Emails transactionnels et invitations	Prévu, non installé
Sentry	Suivi d'erreurs et boucle de correction automatique	Prévu, non installé
PostHog	Analyse d'usage et rejeu de session	Prévu, non installé
GitHub	Versionnement du code et sauvegarde hors site de la base	Livré
Apify	Piste évaluée pour la source 2, non retenue au profit de l'API officielle	Écarté
API Pappers	Piste initiale pour parcelle vers propriétaire, écartée au profit du fichier public	Écarté

6. Sécurité, sauvegardes et qualité

6.1 L'audit de base de données

Demandé en fin de session 3, il a été **livré le soir même**, exécuté sur la base de production, et déposé dans l'espace de travail partagé pour relecture.

Méthode. Un brief macro en langage naturel décrivant toutes les parties prenantes et leurs relations telles que l'équipe les imagine, puis une demande d'audit de cohérence et de structuration cherchant explicitement les absurdités et les incohérences relationnelles. Le rapport couvre : inventaire des tables et volumes, clés étrangères et règles de cascade, politiques de sécurité par ligne, recherche d'orphelins sur toutes les relations vitales, déclencheurs, distribution des statuts, contenu du blob de travail, comptes.

Verdict. Cœur de base sain. Clés, cascades, sécurité par ligne, déclencheurs et filets de sécurité cohérents avec le modèle cible. Aucune absurdité structurelle bloquante. Les chantiers réels sont des chantiers de donnée, pas de refonte.

Anomalies relevées et plan priorisé.

Priorité	Action
P0 (fait le soir même)	Sauvegarde des fichiers des compartiments, sauvegarde hors site, correctif de la jointure de profil
P1	Rapprochement des affaires et des dossiers, avant tout tableau de bord
P1	Sortie des captures encodées en base64 vers le compartiment de fichiers
P1	Dédoublonnage de dossiers, sur liste validée, jamais de suppression automatique
P2	Contraintes de clé étrangère sur les références vivantes ; convention écrite pour les journaux volontairement sans contrainte
P2	Modélisation des indicateurs d'impact par dossier avant les tableaux de bord
P3	Politiques explicites ou marquage "service uniquement" sur les demandes de signature, purge des dossiers de test

Détail notable : l'absence de clé étrangère sur les journaux et les archives est **volontaire** (l'historique doit survivre à la suppression de l'objet référencé) et devait être documentée comme convention, pour ne pas être relue plus tard comme un défaut.

6.2 Sauvegardes

Trois niveaux, mis en place avant et pendant la période :

1. **Local** : deux dumps quotidiens, l'un chiffré et complet, l'autre en clair sans le référentiel cadastral, plus les configurations, avec rétention de deux semaines.
2. **Hors site** : dump complet, comptes d'authentification inclus, référentiel cadastral et archives exclus, plus les fichiers des compartiments, plus une procédure de restauration embarquée. Sept jours glissants, dépôt réécrit à chaque exécution pour borner sa taille. Les secrets ne partent jamais hors site.
3. **Code** : commit et poussée quotidiens du code applicatif.

Trou comblé pendant l'audit : les fichiers des compartiments (photos de visite, documents opérateurs, livrables publiés) n'étaient couverts par aucune sauvegarde. Ils le sont depuis.

6.3 Hygiène de versionnement

Point de vigilance récurrent sur la première moitié de la période : plusieurs dizaines de fichiers modifiés non versionnés, avec parfois une semaine entière de développement hors filet. Le sujet a été soulevé deux fois en session.

Résolution durable : plutôt que de compter sur la discipline, l'équipe a demandé à son AIOS un **commit et une poussée automatiques quotidiens**. Le sujet est clos depuis. Un piège de lecture est à connaître : la référence locale de la branche distante n'avance pas si le script pousse par URL explicite plutôt que par nom de dépôt distant, ce qui peut faire croire à tort que rien n'a été poussé.

6.4 Qualité et tests

- Suite de tests unitaires passée d'environ 700 à environ 890 sur la période, chaque livraison étant vérifiée en production avec une sonde chiffrée.
- Non-régression systématique après correctif : rejouer l'ensemble des cas qui fonctionnaient avant, pour vérifier qu'un correctif ponctuel n'a rien cassé ailleurs.
- Le backlog sert de cahier de test.

6.5 Deux leçons de sécurité génériques

La configuration par défaut qui ne sort jamais du serveur. Le module de comptes appelait bien la fonction d'invitation, mais la configuration d'envoi de courrier du serveur d'authentification était restée celle de la démonstration : hôte fictif, expéditeur fictif, adresse d'administrateur d'exemple. Tout courrier d'authentification (invitation, mot de passe oublié, lien magique, confirmation) partait dans un collecteur local. Rien ne remontait comme une erreur : côté application, l'invitation "partait". Leçon générique : sur toute pile auto-hébergée, tester l'envoi réel de bout en bout avant d'annoncer une ouverture d'accès, et ne jamais déduire d'une absence d'erreur qu'un courrier a été délivré.

Ne pas réimplémenter ce qui doit être opposable. Le système de signature interne abandonné au profit d'un prestataire certifié (voir 2.9) est le pendant de la leçon précédente : construire soi-même est le bon réflexe par défaut, sauf quand la valeur du composant est juridique et non technique.

7. Méthode de construction avec l'AIOS

7.1 Cadence

- **Sessions d'accompagnement toutes les deux semaines**, une heure environ, avec le prestataire.
- **Sprints de quinze jours calés sur ces sessions**, avec un backlog priorisé tenu comme une feuille de route déclinée en cas d'usage.
- **Réunion interne hebdomadaire** de priorisation entre le développeur et le directeur des opérations.
- **Product owners par bloc fonctionnel** : le métier et l'analyse de site d'un côté, le CRM et l'applicatif de l'autre.
- Règle de répartition affichée : 80 % de sujets fonctionnels, 20 % de sujets techniques.

Garde-fou explicite posé par la direction : ne pas "s'enfoncer en vertical" sur le module le plus séduisant (l'automatisation totale de l'analyse de parking) pendant que le CRM et l'applicatif métier attendent. Formulé autrement en séance : développer la technologie

d'analyse de voirie pouvait prendre autant de temps que tout ce qui avait été fait depuis le début, pour gagner les 20 % restants, alors que 80 % avaient été obtenus en une semaine.

7.2 Comment l'équipe travaille avec l'AIOS

Le mode opératoire est resté stable et se résume en six réflexes :

1. **Un dossier dédié dans l'espace de travail**, avec tout le contexte : accès, sources de données, comptes rendus de réunions internes transcrits, backlog, documents de référence. Le transcript des sessions d'accompagnement y est déposé et sert de brief.
2. **Audit puis plan d'action avant tout code**. Sur un projet existant, on commence par faire auditer la situation et par faire produire un plan d'implémentation complet, avec les questions que l'AIOS pose de lui-même. Ces questions ont une valeur propre : elles forcent à trancher des points restés flous côté métier.
3. **Repartir d'un contexte propre aux moments charnières**. Compacter explicitement le contexte entre deux sujets, puis donner un brief macro en langage naturel avant une tâche structurante (c'est exactement la séquence qui a produit l'audit de base).
4. **Chercher l'existant avant de coder**. Consigne donnée et appliquée sur la vision par ordinateur : faire chercher les dépôts publics, comparer, adapter, plutôt que reconstruire.
5. **Recaler sur des cas réels connus**. Le tènement foncier a été fiabilisé en dupliquant des dossiers réels dont l'équipe connaissait la réponse, en les faisant traiter par l'algorithme et en comparant aux périmètres tracés à la main. C'est un jeu de tests métier, pas un entraînement de modèle.
6. **Routage des modèles selon la nature de la tâche**. Modèle de raisonnement pour le brainstorming profond, la recherche d'état de l'art et la rédaction du cahier des charges ; modèle d'exécution pour la réalisation. Cadence de travail réelle observée : sessions quotidiennes, souvent longues.

7.3 Le principe directeur : le déterministe plutôt que l'inférence

C'est le point le plus important de la méthode, et il a été formulé par le client lui-même en séance : "on utilise l'IA pour se faire une véritable appli qui n'aura plus besoin de l'IA pour fonctionner".

Concrètement, l'apprentissage du système ne passe pas par l'entraînement d'un réseau de neurones : il passe par la **correction des processus**. Quand une détection est fausse, on ne réentraîne pas un modèle, on regarde dans les journaux pourquoi le traitement a produit ce résultat, on corrige la règle, le gabarit ou l'algorithme, puis on rejoue la non-régression. Une erreur trouvée devient une amélioration de processus qui corrige une famille entière de cas futurs. Il a même été proposé d'industrialiser la boucle : passer périodiquement en revue les corrections manuelles faites par les utilisateurs et en déduire des correctifs de code.

Ce principe se lit partout dans le produit livré :

- la source 1 du tènement est un fichier public chargé en base, pas une inférence ;
- la pente est un calcul sur un modèle altimétrique, pas une estimation ;
- le comptage des places livré en production est géométrique, pas visuel ;
- le placement des noues utilise d'abord des données vectorielles, et ne bascule sur l'analyse d'image qu'en repli ;
- les surfaces de collecte sont un calcul de bassin versant.

Il a aussi une portée commerciale pour une entreprise dont le discours est environnemental : l'outil final consomme très peu d'inférence en fonctionnement.

7.4 Points restés ouverts en fin de période

Un dossier de conception qui ne mentionnerait que les réussites ne serait pas un dossier de conception. Deux briques d'infrastructure, sans effet visible immédiat, ont été repoussées derrière les fonctionnalités métier :

- Les **trois briques tierces recommandées** (envoi transactionnel, suivi d'erreurs, analyse d'usage) n'étaient pas installées au dernier relevé, et le module de comptes a été codé en interne dans l'intervalle. C'est ce qui a produit le blocage d'envoi de courrier décrit en 6.5, identifié par le relevé d'état et résoluble en une brique de trente minutes.
- Le **rapprochement des affaires et des dossiers** (leur propre priorité P1) n'avait pas encore été fait, alors que les tableaux de bord qui en dépendent, eux, ont été construits.

Ces deux points illustrent un trait courant des équipes qui construisent vite : les briques d'infrastructure passent après les fonctionnalités visibles. Ils sont listés en tête de la feuille de route de fin de période (voir 8).

8. Chronologie de construction

Les repères sont relatifs, à partir de la session d'onboarding.

Semaine 0 : onboarding

Cadrage des deux chantiers, spécification du pipeline de pré-éligibilité en cinq étapes, décision d'abandonner le PDF au profit d'une page web par dossier, identification du verrou du tènement foncier. Consignes de méthode données : brancher le dépôt de code, tout donner à l'AIOS dans un dossier dédié, commencer par un audit et un plan d'action.

Semaine 1 : la semaine d'essai

Sept jours. Résultat constaté au relevé d'état :

- Audit technique et plan d'implémentation produits **deux heures après la session**.
- Application **sortie de l'hébergement de l'éditeur et auto-hébergée** sur le serveur français, avec son API dédiée et ses sauvegardes nocturnes.
- **Fichier DGFIP France entière chargé en base locale** : le verrou du tènement foncier est levé sans recourir à une API payante.
- **Pente au seuil de 15 % calculée** depuis l'altimétrie.
- **Cascade d'exclusions** en place : risques automatiques, lecture du zonage.
- **Moteur géospatial** opérationnel : écoulement, points bas, bassin versant, génération automatique des surfaces de collecte, indice de végétation, première détection des places par analyse d'image.
- **CRM du marché remplacé** : plusieurs milliers de fiches, plusieurs centaines d'affaires et près de dix mille activités migrées, six pipelines, tableaux de bord, doublons purgés.
- Parcours opérateur audité et réparé, livrables de visite générés, charte graphique extraite du fonds documentaire de l'entreprise et appliquée aux livrables.

- En bonus non demandé : studio éditorial complet.

Limite honnête à ce stade : tout fonctionne en démonstration, aucun dossier réel n'a été déroulé de bout en bout, et le livrable page web par dossier n'est pas commencé.

Semaine 2 : fiabilisation et décisions d'architecture

Tènement foncier recalé sur des dossiers réels, fiabilité portée d'environ 80 % à environ 95 %. Décision de la **cascade de trois sources** avec drapeau de vérification manuelle. Cadrage de la **vision par ordinateur** (procéder par caractéristique visuelle, chercher l'open source, appeler l'imagerie haute définition seulement sur la zone utile). Mise en place de la **méthode agile** : backlog, sprints de quinze jours, réunion hebdomadaire, product owners. Identification de la douleur montante : les comptes rendus de visite des opérateurs.

Semaines 3 et 4 : industrialisation du livrable

- **Troisième source branchée** : tous les tènements passent.
- **Livrable page web fait et industrialisé** : trois gabarits, deux variantes de proposition commerciale, dossiers réels publiés en ligne, un devis signé avec certificat dans le dossier.
- **Vision par ordinateur validée** : service de capture haute définition et comptage, pile de détection d'arbres, état de l'art documenté, piège de recalage identifié.
- **Chaîne devis** construite : génération dans l'outil de facturation, page de signature.
- **Flux opérateurs** : compte rendu de visite en trois clics, organisations avec rôles et documents, comptes clients, prise de rendez-vous interne sur agenda professionnel.
- **Nom de domaine propre** mis en ligne par l'équipe, sans assistance.
- Bug d'analyse d'écoulement corrigé, garde anti-bâtiments ajoutée.

Semaine 4 : la question de fond et le brief en quatre points

La direction pose en séance la question structurante : **comment l'AIOS pilote-t-il la structuration de la base de données**, puisque c'est elle qui conditionne le pilotage, le CRM et la pérennité. Réponse donnée : la base vient avant l'interface, chaque demande enrichit d'abord le modèle, et deux vues d'une même information doivent lire la même donnée plutôt que se synchroniser par rétroaction.

Brief actionnable en quatre points : auditer la base, finir les fonctionnalités, brancher les trois briques tierces, sauvegarder la base automatiquement.

Deux des quatre points sont exécutés le soir même : le rapport d'audit est déposé dans l'espace partagé, et la sauvegarde hors site quotidienne tourne dès le lendemain matin.

Semaines 5 à 8 : le terrain

- **Application terrain PWA hors ligne livrée** : carte comme écran de visite, sauvegarde continue, photos géolocalisées, relevés terrain, synthèse PDF. La douleur numéro un identifiée trois sessions plus tôt est traitée.
- **Checklist refondue** : items verrouillés, bibliothèque partagée, pastilles sur plan.
- **Comptage des places livré en production**, en quatre clics, sans imagerie.
- **Scénario 0 industrialisé** : multi-vues, photos titrées par catégorie, bandeau de confidentialité.

- **Chaîne devis complète en production** : devis, signature, guetteur toutes les cinq minutes, facture, espace client.
- **Prévisionnel de trésorerie** livré.
- **Mode formation**, tutoriels générés automatiquement, vidéo de démonstration.
- **Formulaires internes** et **prise de rendez-vous interne** en remplacement de deux services externes.
- **Graphe de code** branché.
- **Sauvegarde automatique du code** quotidienne : la dette de versionnement est close.
- **Volumétrie** : le nombre de dossiers passe d'environ 88 à environ 125 sur la période, une vingtaine d'opérateurs et moins d'une vingtaine de comptes sont enregistrés.

Fin de période : ce qui reste ouvert

- Débloquer l'envoi de courrier transactionnel : prérequis absolu de l'ouverture aux opérateurs.
- Rapprocher les affaires et les dossiers avant de piloter au chiffre.
- Installer le suivi d'erreurs et l'analyse d'usage, dont la valeur arrive précisément avec les premiers utilisateurs externes.
- Trancher le portail client et le sort des critères d'exclusion mis en sommeil.
- Alléger la base (captures hors base).
- Ouvrir en bêta restreinte à deux ou trois opérateurs volontaires plutôt qu'à tout le réseau, avec une **version figée** livrée aux testeurs pendant que le développement continue en parallèle : point d'architecture de livraison discuté et acté en dernière session.

9. Indicateurs de complexité

Seuls des ordres de grandeur observés, non sensibles, sont donnés ici.

Indicateur	Ordre de grandeur
Durée de construction	Environ 8 semaines
Modules fonctionnels distincts livrés	Une quinzaine
Tables applicatives	Environ 40
Clés étrangères	30
Parcelles cadastrales chargées en base locale	Environ 18 millions
Propriétaires personnes morales dans le référentiel	Près de 2 millions
Poids du référentiel cadastral	Environ 4,3 Go
Fiches CRM migrées	Plusieurs milliers
Affaires migrées	Plusieurs centaines
Activités migrées	Près de 10 000
Doublons purgés lors de la migration	Environ 2 400

Indicateur	Ordre de grandeur
Dossiers instruits en fin de période	Environ 125
Opérateurs territoriaux enregistrés	Une vingtaine
Tests unitaires	Environ 890 en fin de période
Sources de données externes intégrées	Une dizaine
Services tiers intégrés en production	5
Applications distinctes livrées	2 (application web multi-rôles, PWA de visite)
Tâches planifiées en production	6 familles, dont deux veilles toutes les 5 minutes

Ce que cela démontre

Trois constats factuels, sans emphase.

Premier constat : le périmètre. Ce qui a été construit n'est pas une application, c'est un système d'information complet : un moteur géospatial métier, un référentiel national embarqué, un CRM de remplacement avec sa migration, un portail client, un espace partenaires, une application terrain hors ligne, une chaîne de devis et de signature raccordée à deux services externes, un outil de pilotage financier, un dispositif de formation, et l'outillage de sauvegarde, d'audit et de test qui va avec. Le tout auto-hébergé sur un serveur unique, opéré par une équipe interne réduite dont l'opérateur principal n'est pas développeur de métier.

Deuxième constat : la nature des difficultés rencontrées. Elles ne sont pas de l'ordre de "l'outil n'y arrive pas". Ce sont des difficultés d'ingénierie ordinaires, et elles ont été traitées comme telles : un algorithme de regroupement trop naïf, corrigé en le recalant sur des cas réels ; une écriture concurrente qui écrase des données, traitée par un verrou et un garde serveur ; un recalage d'imagerie entre deux fournisseurs, identifié avant de produire des erreurs ; une configuration d'envoi de courrier restée en mode démonstration, trouvée par un audit. Aucune de ces difficultés n'a nécessité de renoncer à une fonctionnalité.

Troisième constat : le rôle réel de l'IA dans le produit fini. Il est faible et c'est délibéré. L'IA a servi à construire, à auditer, à documenter et à corriger. Le logiciel qui tourne, lui, est fait de requêtes sur un référentiel public, de calculs géométriques et hydrauliques, de règles métier explicites, de déclencheurs de base de données et d'appels d'API. L'analyse d'image n'intervient qu'en repli, quand la donnée vectorielle manque. C'est la formulation du client qui résume le mieux la démarche : utiliser l'IA pour se faire une application qui n'aura plus besoin de l'IA pour fonctionner.