

➤ **Projet iCarto-MFR**

Rapport final – août 2026

Coordination : A. Desgroux, N. Fornes

Convention avec le RMT AFORCE C12929 du 17 novembre 2022



Centre
Val de Loire

Partenaires du projet :



Financé par :



Table des matières

Résumé	3
Abstract.....	3
Note de synthèse	4
Rapport technique	5
1. Présentation du projet	5
2. Bilan des activités	6
3. Description de la méthode de travail.....	7
3.1. Pilotage	7
3.2. Mise en œuvre du projet	7
3.3. Calendrier global du projet	8
4. Présentation des résultats.....	10
4.1. Cahier des charges et spécifications de l'outil.....	10
4.2. Base de données	11
4.3. Interface cartographique	12
4.4. Tutoriels	12
4.5. Communication / formation.....	12
5. Conclusions et perspectives	13
6. Besoins en études ou recherches complémentaires	13
Annexes.....	13
Annexe 1 - Formulaire de l'enquête utilisateurs.....	13
Annexe 2 - Analyse des résultats de l'enquête utilisateurs	13
Annexe 3 - Cahier des clauses techniques particulières	13
Annexe 4 - Cahier des charges fonctionnel	13
Annexe 5 – Cahier des clauses administratives particulières.....	13
Annexe 6 – Règlement de consultation	13
Annexe 7 – Cadre de réponse technique.....	13
Annexe 8 - Cahier des spécifications.....	13
Annexe 9 – Suivi de la réalisation de l'outil	13

Résumé

Le renouvellement des forêts représente un enjeu majeur dans le contexte du changement climatique. Portée par des dispositifs nationaux d'aide, la question : « que planter ? » est de plus en plus prégnante. L'information existante est répartie dans de nombreux documents dont le format est peu propice à son utilisation pour les gestionnaires forestiers. L'outil en ligne iCarto-MFR permet, dans ce contexte, un accès grandement facilité aux informations recherchées : réglementaires concernant les provenances et normes des plants éligibles aux aides de l'État, ou scientifiques à propos des conseils d'utilisation des Matériels Forestiers de Reproduction (MFR). Les principales fonctionnalités de l'outil sont une interface permettant de visualiser l'étendue des conseils d'utilisation et de l'éligibilité aux aides de l'Etat en France pour un MFR ainsi que des informations associées, une interface permettant d'établir une liste de propositions de MFR pour un projet de plantation d'après une emprise et selon des filtres, la possibilité d'exporter les résultats sous plusieurs formats et la mise à disposition d'une API pour interroger directement la base de données, la possibilité d'obtenir ces informations pour des dates antérieures à la version en vigueur, et une documentation qui permet d'utiliser l'outil à bon escient et comprendre son fonctionnement.

Abstract

Forest renewal represents a major concern in the context of climate change. Supported by national programs, the question "what to plant ?" is increasing. Existing information is scattered across various documents that make it difficult for forest managers to handle. In this context, iCarto-MFR website tool enables a much easier access to the desired information : regulation about provenances and plant sizes eligible to subsidies, or scientific knowledge about those Forest Reproductive Materials (FRM). The tool's main features are an interface that allows users to visualize the extent of use advices and eligibility for subsidies in France for a given FRM with some information about it, an interface that generates a list of FRM proposals for a planting project based on a defined area and according to filters, the possibility to export results in various formats and the availability of an API for direct database queries, the possibility to get the information for any date prior to the current version, and a documentation for users to handle the tool the right way and understand how it works.

Note de synthèse

Rapport technique

1. Présentation du projet

Le projet iCarto-MFR s'est inscrit à son lancement dans le contexte du plan d'aide au renouvellement forestier France Relance, dont l'Etat a prolongé les engagements sur le plus long terme avec France 2030 puis France Nation Verte. En y ajoutant les enjeux d'adaptation des forêts au changement climatique, et la tension sur l'offre de plants, la question : « que planter ? » est devenue de plus en plus prégnante. Le besoin d'accompagnement technique pour les Administrations et les reboiseurs concernant la réglementation sur les Matériels Forestiers de Reproduction (MFR) a ainsi pris toute son importance.

En effet, la commercialisation des graines et plants forestiers destinés à la plantation forestière est soumise à une réglementation européenne traduite dans le droit français. En France, ce sont 68 espèces forestières réglementées par le code forestier pour lesquelles la réglementation communautaire s'applique.

Pour chacune de ces espèces, INRAE effectue la synthèse des connaissances scientifiques disponibles, et met à disposition des conseils d'utilisation de MFR pour le reboisement. Actuellement, plus de 550 MFR différents, français ou étrangers, sont ainsi répertoriés. Les conseils d'utilisation ont notamment pour objectifs de préserver et valoriser les ressources génétiques françaises, d'améliorer la qualité génétique des reboisements grâce à la promotion de MFR de qualité (peuplement sélectionnés, vergers à graines et autres variétés améliorées) et de faciliter l'adaptation des forêts au changement climatique en promouvant des flux génétiques suivant les évolutions attendues du climat.

Ces fiches "Conseils d'utilisation" sont reprises dans 12 arrêtés régionaux définissant les listes de MFR éligibles aux aides de l'État (espèces, provenances, éventuelles restrictions locales, normes de qualité des plants), en fonction des zones d'utilisation.

Ces ressources réglementaires et documentaires n'étaient accessibles que sous la forme de documents PDF, cartographies statiques (formats image), et tableaux faisant référence à des zones géographiques d'utilisation (GRECO, SER, parfois régions forestières), avec autant de lignes que de couple espèces / zones géographiques distinctes (ces tableaux peuvent donc parfois faire plus de 10 pages). Il n'est pas évident pour un gestionnaire ou un propriétaire de savoir intuitivement dans quel zonage réglementaire le lieu de plantation se situe, et fastidieux de naviguer entre les documents et dans les différents tableaux. Aussi, nous avons proposé de développer un outil de synthèse sous la forme d'une interface graphique en cartographie interactive afin de faciliter l'accès à ces informations : iCarto-MFR.

Ces ressources sont actualisées périodiquement, en suivant les instructions du Ministère chargé de la forêt pour les arrêtés régionaux, et en fonction de l'avancée des connaissances sur chaque espèce pour les fiches conseils d'utilisation. Il existe donc un enjeu concernant les modalités de mise à jour des informations qui a été pris en compte dans le cadre du développement de l'outil.

Ce projet s'inscrit donc dans le thème A (Amélioration des outils d'aide à la décision existants) de l'appel à projets du RMT Aforce, avec le développement d'un outil qui facilite l'accès aux informations réglementaires et aux conseils d'utilisation des MFR existants pour répondre aux questionnements des gestionnaires concernant le matériel à utiliser lors de plantations.

2. Bilan des activités

Ce projet s'est avéré un casse-tête administratif dès son acceptation par le RMT Aforce, avec le positionnement de trois financeurs : RMT Aforce, Ademe et Labex Arbre. Cela a engendré des complications pour le montage du dossier, avec trois conventions et modes de fonctionnement différents.

Début 2023, une fois ce premier écueil dépassé, nous avons pu entamer comme convenu le recrutement d'un CDD censé réaliser le développement de l'outil, co-encadré par l'IGN et INRAE. Malheureusement, les grilles de rémunération INRAE ne permettaient pas de proposer un salaire compétitif par rapport au profil recherché, même avec le surclassement autorisé dans ce genre de situation. Après réception et analyse des candidatures puis une phase d'entretiens, nous avons retenu une candidate étrangère (hors UE) aux prétentions salariales plus modestes pour réaliser le travail. Mais des complications administratives n'ont pas permis sa venue en France comme prévu, et ce recrutement a dû être abandonné après plusieurs mois de procédures.

Fin 2023, nous avons donc décidé de lancer un nouveau recrutement, en s'attachant particulièrement à la disponibilité immédiate des candidats. Plusieurs personnes y ont répondu et ont été reçues en entretien. Mais vu notre manque de compétitivité dans ce secteur d'activité, toutes ont finalement accepté un autre poste mieux rémunéré.

Début 2024, face à l'intérêt majeur suscité par le projet et malgré tous ces déboires, nous nous sommes tournés vers la prestation de service plutôt qu'un développement en interne. Pour cela, nous avons d'abord sollicité un prestataire pour nous aider à rédiger le marché public, puis publié l'appel d'offres pour le développement de l'outil en août 2024. Après réception des candidatures et faute de budget suffisant, nous avons cependant dû déclarer le marché infructueux.

Nous avons alors négocié avec les financeurs une rallonge financière conséquente (budget initial du projet doublé), ce qui nous a permis de relancer l'appel d'offres dans les mêmes termes courant 2025. Un prestataire a enfin pu être retenu à l'automne 2025 pour entamer le développement de l'outil !

Il convient d'insister sur l'extrême lourdeur administrative du projet, d'abord porté par trois financeurs, puis deux après le retrait du Labex Arbre : en raison du retard pris, nous comptons 4 modifications du contrat avec l'Ademe et autant d'avenants à la convention du RMT Aforce. L'appui des différents services INRAE (partenariat, contrat...) qui nous ont accompagné tout au long de la gestion du projet est à souligner.

3. Description de la méthode de travail

3.1. Pilotage

iCarto-MFR est porté par INRAE, qui s'est entouré d'un comité de pilotage composé des différents organismes pouvant prendre part aux orientations du projet : l'IGN pour son expertise cartographique et dans le développement d'outils informatiques, l'ONF et le CNPF en tant que représentants de la forêt publique et privée, le MASA et les DRAAF en tant que législateur et première Administration concernée. Depuis le dépôt du projet, plusieurs évolutions dans le comité de pilotage ont eu lieu et les rôles de chacun ont parfois été révisés.

Aurore Desgroux, porteuse du projet, est en arrêt longue durée depuis février 2025. Nathan Fornes a donc dû reprendre seul les activités d'animation et de pilotage côté INRAE en plus de son implication technique dans le projet. C'est également INRAE qui assurera l'hébergement et la maintenance de l'outil.

L'IGN a été fortement sollicité au démarrage du projet, mais le recours à un prestataire externe les a dégagé de leur rôle pressenti d'expertise et d'encadrement concernant la création de la base de données et le développement de l'interface cartographique. Ils ont fourni un appui précieux lors de la rédaction du cahier des charges de l'outil en apportant leur expertise technique côté informatique, et au début du développement de l'outil en fournissant les fonds cartographiques. Le lien avec l'Observatoire des forêts françaises est finalement minime : l'outil est développé et hébergé de manière indépendante mais pourra être simplement référencé dans l'Observatoire.

Les rôles de l'ONF RDI, du CNPF-IDF, du Ministère en charge de la forêt (DGPE) et de la DRAAF Occitanie n'ont pas été modifiés, bien que les contacts identifiés aient pu changer en cours de projet. La DGPE a été sollicitée pour que l'outil bénéficie de l'agrément du SIG et puisse utiliser le système de design de l'Etat avec une url en agriculture.gouv.fr.

La DRAAF Auvergne s'est rapidement retirée du pilotage du projet : leur outil régional a été fermé car il n'était plus maintenu, les personnes en charge de cet outil ont changé de poste, et leur expertise sur les différents sujets traités était très limitée.

Le comité de pilotage s'est réuni à Nogent sur Vernisson le 26 janvier 2023 pour le lancement du projet, puis a été tenu informé par mail des différentes péripéties. Depuis le début du développement de l'outil, des points réguliers sont organisés en visioconférence entre le prestataire et le comité de pilotage du projet.

3.2. Mise en œuvre du projet

Le projet a permis de développer un outil de visualisation cartographique des éléments des fiches conseils d'utilisation et des arrêtés régionaux définissant les listes de matériels forestiers de reproduction éligibles aux aides de l'État afin de les rendre plus facilement accessibles aux utilisateurs.

Le projet a été scindé en 3 grandes phases :

- Définition du cahier des charges et des spécifications de l'outil ;
- Élaboration d'une base de données regroupant l'ensemble des informations et les modalités de sa mise à jour (mise à jour périodique du registre, des fiches conseil d'utilisation et des arrêtés régionaux) ;
- Développement d'une interface graphique sous forme de cartographie interactive permettant d'interroger la base de données et modalités de mise à disposition des utilisateurs.

La définition du cahier des charges a été précédé d'une phase d'enquête auprès des législateurs et des utilisateurs pour préciser les besoins de chacun et développer un outil pertinent. Elle a été menée en collaboration étroite entre INRAE, l'IGN, le MASA-DGPE et ses services déconcentrés (DRAAF), l'ONF et le CNPF. Le CTPS (Comité technique permanent de la sélection des plantes cultivées) Arbres forestiers, participant du comité de pilotage, a permis de toucher d'autres utilisateurs tels que les pépiniéristes et les coopératives forestières.

Après l'échec du recrutement en interne d'un ingénieur chargé du développement de l'outil, nous avons confié cette tâche à un prestataire externe via un marché public.

L'élaboration de la base de données a été réalisée par le prestataire en étroite collaboration avec INRAE qui a apporté son expertise sur les MFR et les données nécessaires à intégrer.

Une fois l'interface disponible, l'outil passera en phase de test utilisateur et administrateur, ce qui pourra permettre des améliorations le cas échéant. Pour cela, les relais ONF, CNPF et CTPS seront de nouveau actionnés.

La diffusion de l'outil iCarto-MFR sera accompagnée de tutoriels (administrateur et utilisateur) afin de faciliter son appropriation.

À terme, l'outil devrait être intégré à l'Observatoire des forêts françaises.

Plus de quatre ans après son lancement, le projet iCaro-MFR touche à sa fin. De nombreux ajustements ont été nécessaires pour que l'outil imaginé voit le jour, et sont présentés ci-après.

3.3. Calendrier global du projet

Date	Pilotage du projet	Réalisation technique
mars-juin 2022	Montage du dossier de candidature pour le projet iCarto-MFR	
17 octobre 2022	Retour favorable du RMT Aforce	
fin octobre 2022	Complément d'informations au RMT	
novembre-décembre 2022	Signature des conventions avec le Labex Arbre, l'ADEME et le RMT Aforce	
décembre-janvier 2022		Construction du profil de poste CDD développeur
26 janvier 2023	Réunion de lancement à Nogent sur Vernisson	
11 Février 2023	Actualisation de la convention ADEME	

16 février 2023		Publication de l'offre d'emploi (prise de poste au 1er mai)
21-22 mars 2023		Entretiens pour le poste
fin mars 2023		Élaboration de l'enquête utilisateurs
3 avril 2023		Diffusion de l'enquête utilisateurs (réponse avant le 30 avril)
9 mai 2023		Prolongation de l'enquête utilisateurs jusqu'au 31 août
11 mai 2023	Avenant de prolongation RMT Aforce	
12 juillet 2023	Avenant de prolongation ADEME	
mai-septembre 2023		Attente de l'arrivée du CDD (démarches administratives)
mi-septembre 2023		Abandon du recrutement
21 septembre 2023		re-publication de l'offre d'emploi (prise de poste au 1er janvier 2024)
8-9 novembre 2023		Entretiens pour le poste
fin décembre 2023		Abandon du recrutement
26 janvier 2024	Abandon du montage avec recrutement d'un CDD. Retrait du Labex Arbre en raison du report des échéances	
7-9 février 2024		Analyse des résultats de l'enquête utilisateurs
11 mars 2024	Avenant RMT Aforce prolongation + modification budgétaire (reprise de la part Labex Arbre) + changement de type de prestation	
20 mars 2024		Premier maquetage / ébauche de modèle de données
mars-avril 2024		Échanges avec un ancien candidat au poste pour recours à de la prestation
6 mai 2024	Avenant ADEME prolongation + changement de type de prestation	
juin-juillet 2024		Rédaction du marché public avec le prestataire Pragma9
17 juin 2024		Présentation du projet webinaire RMT Aforce
17-19 juillet 2024		Rédaction du cahier des charges fonctionnel, mise à jour de la maquette
02 août 2024		Publication du marché (date limite de réponse 30 septembre)
décembre 2024		Notification de marché infructueux (budget insuffisant)
février 2025	Arrêt d'Aurore Desgroux	
14 mars 2025	Avenant ADEME rallonge budgétaire + prolongation	
26 mars 2025		Présentation au colloque de restitution du RMT Aforce

19 juin 2025	Avenant RMT Aforce rallonge budgétaire + prolongation	
8 juillet 2025		Re-publication du marché (date limite de réponse 18 août)
20 août - 9 septembre 2025		Analyse des offres
26 septembre 2025		Notification du marché à ARX-IT
6 octobre 2025		Réunion de lancement avec ARX-IT (visio)
5-6 novembre 2025		Atelier de conception à Nogent
8 décembre 2025		Livraison du rapport de faisabilité
9 décembre 2025		Copil 1 ARX-IT
13 janvier 2026		Copil 2 ARX-IT
27 janvier 2026		Cotech 1 ARX-IT
2 février 2026		Livraison du cahier des spécifications finalisé
18 février 2026		Cotech 2 ARX-IT
5 mars 2026		Copil 3 ARX-IT
20 mars 2026		Déploiement d'une première version test de l'outil
25 mars 2026		Cotech 3 ARX-IT
14 avril 2026		Copil 4 ARX-IT
5-7 mai 2026		Installation de l'outil sur les infrastructures INRAE (ARX-IT à Nogent)
10 mai 2026	Avenant RMT Aforce prolongation	
22 mai 2026		Cotech 4 ARX-IT
9 juin 2026		Copil 5 ARX-IT
juillet-août 2026		Finalisation du jeu de données et alimentation de la base de données
23 juillet 2026		Copil 6 ARX-IT
4 août 2026		Cotech 5 ARX-IT
12 août 2026		Cotech 6 ARX-IT
mi-août 2026		Livraison de l'outil dans l'environnement de production pour phase de recette
fin août 2026		Tests utilisateurs
2 septembre 2026		Présentation grand public
octobre-novembre 2026		Obtention du nom de domaine définitif et déploiement de l'outil

4. Présentation des résultats

4.1. Cahier des charges et spécifications de l'outil

Afin de répondre au mieux aux attentes des utilisateurs potentiels de l'outil, une enquête a été diffusée au démarrage du projet (Formulaire en annexe 1).

Son analyse, qui devait être confiée au CDD recruté, a finalement été réalisée par Nathan Fornes en février 2024 (Annexe 2).

Après les deux recrutements infructueux et le choix de passer par un marché public, nous avons fait appel en juin 2024 à la société Pragma9 pour nous aider à construire le dossier d'appel d'offres (Annexes 3 à 7). Ce travail a été l'occasion de rédiger le cahier des charges fonctionnel de l'outil, tâche qui devait également être confiée au CDD recruté (Annexe 4).

Le cahier des spécifications de l'outil a été construit avec le prestataire retenu à l'issue du second appel d'offres (ARX-IT) et définitivement validé le 2 février 2026 (Annexe 8).

4.2. Base de données

Une première version du modèle de données a été réalisée par Nathan Fornes en février 2025, juste après le premier appel d'offres infructueux et sans certitudes quant à la possibilité de poursuivre le projet sous son format actuel. Les différents jeux de données ont été triés et mis en tables pour proposer une ébauche des fonctionnalités attendues grâce à R Shiny.

A l'issue du second appel d'offres, le prestataire ARX-IT s'est rendu les 5 et 6 novembre 2025 à Nogent sur Vernisson (participants : INRAE et IGN) pour échanger sur les fonctionnalités attendues de l'outil, l'architecture de l'application et construire le modèle de données (Chapitre 3 du cahier des spécifications – Annexe 8). Quelques ajustements ont pu être réalisés par la suite.

Une fois le modèle validé, Nathan Fornes a constitué un jeu de données restreint permettant la construction de l'outil, le test des fonctionnalités et la prise en compte de cas particuliers.

Pour le moment, le déploiement de l'outil dans l'environnement INRAE via une commande à distance du prestataire n'est pas possible, les nouvelles contraintes de sécurité interne l'en empêchant (une première version avait été déployée courant avril avec succès). L'alimentation plus complète de la base de données dans l'environnement de production n'est donc pas encore réalisée. Le jeu de données fonctionnel est en cours de finalisation et devrait être disponible courant août 2026 pour une intégration à l'outil dès que possible. Les versions d'archive des documents (anciennes versions des arrêtés régionaux et des fiches-conseils) seront traitées dans un second temps.

La base de données utilise le SGBD PostgreSQL avec l'extension PostGIS. L'ensemble des données utilisées dans l'outil, y compris le contenu éditorial, est inclus dans cette base. L'administration peut se faire par un outil de gestion comme pgAdmin, mais aussi directement via Qgis et une connexion à la base de données. Cette fonctionnalité est particulièrement intéressante pour visualiser et mettre à jour les informations géographiques. L'utilisateur n'a pas non plus besoin d'être familier avec la gestion des bases de données puisque les tables s'affichent et s'éditent à la manière de tables

attributaires. Un tutoriel fourni par le prestataire fait partie des livrables et facilitera la prise en main de ce fonctionnement.

Les mises à jour seront réalisées par INRAE qui centralise les différentes informations à intégrer à l'outil.

4.3. Interface cartographique

Le développement de l'interface graphique de l'outil a démarré dès la validation du cahier des spécifications et s'appuie sur des esquisses fournies par INRAE. Le site est finalisé et prêt à être testé à plus grande échelle (voir annexe 9). Un certain nombre d'ajustements et de correctifs mineurs ont déjà été apportés, ce qui explique une partie du retard pris dans la diffusion de l'outil.

Le site internet est en libre accès, avec la possibilité pour les utilisateurs d'exporter les résultats de leurs recherches sous différents formats. Une API est disponible et permet l'interopérabilité de l'outil avec d'autres projets.

Il est actuellement consultable à l'adresse <https://icarto-mfr.arxit.com> (environnement de développement avec un jeu de données partiel), et sera hébergé temporairement à l'adresse <https://icarto.efno.inrae.fr> en attendant de disposer d'une URL définitive ayant obtenu l'agrément de l'Etat (agriculture.gouv.fr ou observatoire.foret.fr).

4.4. Tutoriels

A ce jour, les tutoriels administrateur ou utilisateurs n'ont pas encore été livrés.

Concernant la partie administration, ils sont en cours d'élaboration par le prestataire et seront mis à disposition au moment de la livraison de l'outil.

Pour les utilisateurs, le webinaire de présentation programmé le 2 septembre 2026 servira de référence, et sera complété par de la documentation écrite déjà disponible sur le site iCarto-MFR. Cette documentation pourra être complétée et mise à jour autant que nécessaire.

4.5. Communication / formation

L'annonce du déploiement d'une version test a été faite aux répondants de l'enquête utilisateurs qui souhaitent en être informés. Les principaux interlocuteurs professionnels sont aussi tenus informés des avancées du projet.

Un webinaire de lancement est prévu avec le soutien logistique du RMT Aforce le 2 septembre 2026 et officialisera le déploiement de l'outil. A partir de là, d'autres actions de communication peuvent être envisagées. L'enregistrement de ce webinaire, comme

pour d'autres outils développés par ailleurs, pourra servir de guide d'utilisation auprès des futurs usagers.

5. Conclusions et perspectives

La mise en œuvre de ce projet n'a pas été de tout repos. Sa complexité administrative et les déconvenues successives ont toutefois pu être surmontées, et le produit presque fini semble répondre aux attentes initiales. La phase de test imminente puis son utilisation courante par le public-cible permettront d'éprouver sa qualité. L'attente des utilisateurs qui ont montré un intérêt sans faille depuis le lancement du projet va bientôt être récompensée.

6. Besoins en études ou recherches complémentaires

Certaines fonctionnalités qui avaient été évoquées au cours du projet pourraient être intéressantes à développer, mais n'ont pas pu être approfondies dans les délais et budget impartis. En particulier, un module complémentaire permettant de connaître la disponibilité réelle des MFR en pépinière serait très utile, ou bien d'autres critères d'aide à la décision que les seules listes réglementaires pourraient aider les reboiseurs à guider leurs choix de MFR. La mise à disposition d'une API laisse également entrevoir des possibilités d'interopérabilité avec d'autres outils développés par ailleurs qu'il conviendra d'accompagner.

Annexes

Annexe 1 - Formulaire de l'enquête utilisateurs

Annexe 2 - Analyse des résultats de l'enquête utilisateurs

Annexe 3 - Cahier des clauses techniques particulières

Annexe 4 - Cahier des charges fonctionnel

Annexe 5 – Cahier des clauses administratives particulières

Annexe 6 – Règlement de consultation

Annexe 7 – Cadre de réponse technique

Annexe 8 - Cahier des spécifications

Annexe 9 – Suivi de la réalisation de l'outil