

ANALYSE DES BESOINS



AMEIL, BEILLE, BOUSQUET, COLOMBET, DALES, DELBECQ, FAURE,
GERMAIN, JEAUMART, JOLI, MILAZZO, PRESSÉ, RÉGNIER, SPINNER & THOMAS

2023-24

Sommaire

Titre du document

1. Introduction	2
1.1. Contexte	2
1.2. <i>Forêts-21</i> et le projet <i>e-Sylve</i>	3
1.3. Méthodologie de l'analyse des besoins	4
1.4. Méthodologie de l'analyse de l'existant	4
1.5. Méthodologie de l'analyse concurrentielle	5
1.6. Méthodologie d'identification des besoins de potentiels utilisateurs	5
1.7. Méthodologie de la hiérarchisation des besoins	6
1.8. Méthodologie d'identification de profils métier	7
2. Analyse de l'existant	8
2.1. Plan du site	8
2.2. Le modèle	9
2.2.1. Les variables d'entrée	9
2.2.2. Les variables de sortie	10
2.3. L'accès aux données	10
2.4. Les points qui ressortent	13
2.4.1. Fond	13
2.4.2. Forme	14
3. Analyse concurrentielle	14
3.1. Les logiciels, sites, applications existantes	14
3.1.1. Forest Planner	14
3.1.2. Heureka	16
3.1.3. BioClimSol (11) (12)	17
3.1.4. LANDIS-II (13)	18
4. Identification des profils métiers	20
5. Besoins identifiés à la suite des entretiens	22
5.1. Description des besoins	22
5.2. Hiérarchisation des besoins identifiés	24
5.3. Hiérarchisation par profil métier	26
6. Conclusion	29
7. Bibliographie	31
8. Annexes	33
8.1. Annexe A : Structure du modèle.	33
8.2. Annexe B : Détails des variables de sorties.	34
8.3. Annexe C : Questionnaire.	40
8.4. Annexe D : Template compte rendu des entretiens.	42
8.5. Annexe E : Identités des personnes du tableau de centralisation des besoins.	44

1. Introduction

1.1. Contexte

Selon la FAO, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, en 2022, l'ensemble des forêts représentait un tiers (31 %) de la surface terrestre. Cette superficie représente environ 4 milliards d'hectares, soit l'équivalent de la superficie des États-Unis, de la Russie, du Canada et des pays de l'Union européenne réunis. (AFP, 2023)

La plupart des forêts primaires, dépourvues d'activité humaine, se situent au Brésil, au Canada et en Russie. Elles représentent plus du tiers (34 %) de la superficie forestière. En revanche, les forêts artificielles constituent 7 % des zones forestières mondiales. (AFP, 2023)

Les trois quarts des forêts mondiales se trouvent dans les régions tropicales et boréales, avec respectivement 45 % et 27 % des forêts. (AFP, 2023)

Cependant, la superficie forestière mondiale diminue. En effet, même si ce déclin s'est ralenti au cours des 20 dernières années, la superficie a tout de même diminué de près de 4,7 millions d'hectares par an entre 2010 et 2020. Les forêts touchées sont principalement celles d'Afrique et d'Amérique du Sud, avec respectivement une perte de 3,9 et 2,6 millions d'hectares par an. (Gaudiaut, 2023)

En France métropolitaine, 31 % du territoire est couvert par de la forêt. Celles-ci constituent donc la deuxième occupation du sol. La répartition des forêts est inégale sur l'ensemble du territoire (voir Figure 1, (IGN, 2022)). (idverde, 2023) L'IGN souligne cependant l'augmentation de la superficie forestière occupée en France. Depuis 1985, la superficie forestière a augmenté de 4,5 millions d'hectares. Les observations montrent que cette croissance progresse au rythme de 80 000 hectares par an. (Durdux, 2022)

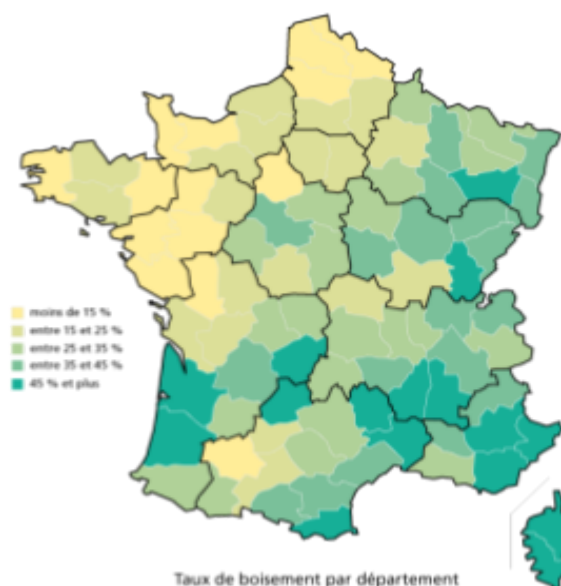


Figure SEQ Figure * ARABIC 1 : Taux de boisement par département

Depuis plusieurs décennies, le changement climatique provoque une hausse des températures globales, entraînant des périodes de sécheresse de plus en plus longues et fréquentes. Avec cette augmentation de température, les périodes de végétation des arbres sont également plus longues, leurs besoins en eau sont donc plus importants et le manque d'eau ne permet pas de les satisfaire. De plus, fragilisés par la sécheresse, les arbres sont plus susceptibles d'être attaqués par des pathogènes qui sont également plus nombreux. (FRANSYLVA, 2021)

Le changement climatique a donc des effets sur la santé, la répartition et la composition des forêts (Nations, s. d.) et, par extension, sur leur gestion.

Il existe des logiciels et applications tels que *Forêts-21* permettant de modéliser ces changements afin, entre autres, de faciliter la gestion forestière.

1.2. Forêts-21 et le projet e-Sylve

Afin de prévoir les effets du changement climatique sur les modèles d'exploitation forestière, l'UMR ISPA a collaboré avec l'INRAE et Bordeaux Sciences Agro, de 2018 à 2021, pour réaliser le projet *Forêts-21*. Ce projet a pour objectif de faciliter la planification de la production sylvicole à des échelles régionale et nationale (INRAE, 2023). Pour cela, *Forêts-21* utilise des modèles simulant l'évolution des forêts entre 2006 et 2100 selon différents scénarios climatiques (INRAE, 2022) et caractéristiques de parcelles.

Les résultats sont accessibles au public via une plateforme de visualisation mais son interface peut être difficile à prendre en main pour un public non chercheur. Cependant, ces données sont utiles aux professions sylvicoles et doivent leur être accessibles et compréhensibles.

Le projet *e-Sylve* est un projet initié par le réseau mixte technologique (RMT) AFORCE et a pour but de faciliter l'accès aux résultats de *Forêts-21* au moyen d'une nouvelle interface plus ergonomique.

Pour ce faire, le réseau mixte technologique AFORCE a commandité les étudiants de la formation AgroTIC 2023-2024, des écoles d'ingénieurs en agronomie de Bordeaux Science Agro et de l'Institut Agro Montpellier, afin qu'ils réalisent un démonstrateur d'application web répondant à ces besoins. Pour mener à bien ce projet, les étudiants mettront à profit leur bonne compréhension des enjeux agricoles et leur formation sur le numérique qui leur permettront de produire une solution numérique adaptée.

Dans ce document sera présentée l'analyse des besoins identifiés dans le cadre de ce projet. Tout d'abord, les méthodologies mises en place pour effectuer cette analyse des besoins seront expliquées, puis l'analyse de l'existant et l'analyse concurrentielle seront présentées. Enfin, dans une dernière partie, les besoins identifiés seront présentés.

1.3. Méthodologie de l'analyse des besoins

Pour réaliser l'analyse des besoins, une méthodologie a été élaborée. Celle-ci se découpe en plusieurs étapes afin de progresser sur la compréhension des besoins du projet *e-Sylve*.

- Tout d'abord, une analyse de l'existant, le site *Forêts-21*, afin d'identifier les forces et les faiblesses des fonctionnalités proposées ;
- Ensuite, une analyse des solutions concurrentes a été faite afin de situer le projet. Des recherches ont été menées sur d'autres solutions d'applications web de gestion d'exploitations sylvicoles. Ces analyses portent sur les fonctionnalités de chaque concurrent ;
- Suite à cela, un recueil formel des besoins de potentiels utilisateurs a été réalisé. Cette étape a consisté en une collecte d'informations auprès de potentiels utilisateurs, via des entretiens réalisés par les étudiants. Ces entretiens ont permis d'en déduire les catégories de profils métier. Des réunions ont également été réalisées avec les commanditaires du projet, à savoir Jean-Christophe DOMECH et Denis LOUSTEAU ;
- Les besoins identifiés ont ensuite été regroupés par profils métiers et hiérarchisés par ordre d'importance.

Dans cette partie seront détaillées les méthodologies mises en place pour chacune de ces étapes.

1.4. Méthodologie de l'analyse de l'existant

L'analyse de l'existant est un état des lieux de la solution déjà présente – le site web *Forêts-21* – qui permet de faire ressortir ses forces et faiblesses afin de mettre en évidence les écarts entre la solution déjà existante et la solution à réaliser : le projet *e-Sylve*. Elle a aussi pour but de recenser les fonctionnalités proposées par *Forêts-21*.

La solution existante, le site web *Forêts-21*, propose un “service web forestier de pilotage stratégique des forêts de production métropolitaines” (*FORÊTS-21 · Accueil*, s. d.). Pour cela, des simulations sur les différents modes de gestion forestière prenant en compte divers scénarios climatiques sont fournies. Ce site web est cependant peu utilisé : il a été jugé complexe, peu accessible et peu compréhensible par les utilisateurs interrogés.

Pour cela, l'analyse de la plateforme *Forêts-21* s'est concentrée principalement sur la partie “Accès aux données” du site, qui est la cible du projet *e-Sylve*. Néanmoins, l'analyse a tout d'abord commencé par une description du plan du site et de l'utilité de chaque partie. Ensuite l'étude s'est portée sur les modèles utilisés pour les simulations des différents modes de gestion forestière en contexte de changement climatique. Par la suite, l'analyse se centre sur l'interface de simulations, avec une description de l'interface, puis une description des données du modèle qui sont paramétrables par l'utilisateur, à savoir les entrées et les sorties des simulations. Des explications brèves ont été apportées sur quelques-uns des paramètres qui ont été jugés pertinents. L'analyse a aussi décrit la visualisation des données de simulations. Enfin, les fonctionnalités ont été identifiées à partir des différentes observations et utilisation du site. Plusieurs critères ont été observés et analysés à partir de l'utilisation du site. L'adaptabilité à différentes tailles de fenêtres et des grossissements ont été testés pour voir si le site restait lisible et compréhensible. Des critères d'ergonomie, de simplicité, de compréhension ont aussi été analysés.

1.5. Méthodologie de l'analyse concurrentielle

L'analyse concurrentielle a pour but d'identifier les forces et faiblesses de logiciels concurrents de *Forêts-21*, afin d'optimiser l'ergonomie et les fonctionnalités du démonstrateur.

De nombreux logiciels ont été analysés dans la mesure du possible, à savoir *Forest Planner*, *Heureka*, *BioClimSol* et *LANDIS-II*. En effet, pour beaucoup, les visuels ne sont pas accessibles (car logiciel payant ou nécessité de créer un compte) et il a fallu les trouver dans des tutoriels présents sur YouTube. Le choix des logiciels analysés dépendait de ceux proposés par les commanditaires ou mentionnés au cours des entretiens.

Pour chaque logiciel analysé, une brève présentation a été réalisée. Les visuels tentent de montrer l'ergonomie et les fonctionnalités clés des logiciels. Ils peuvent aussi servir d'exemples de fonctionnalités, qui pourraient correspondre à des besoins exprimés par les personnes interviewées lors des entretiens.

En fin d'analyse concurrentielle, un tableau a été réalisé pour comparer les différents logiciels concurrents et *Forêts-21* en fonction de différents paramètres qui semblaient ressortir des analyses. Pour chaque paramètre, des échelles de notation ont été choisies de façon arbitraire : certaines sont simplement binaires (oui/non, gratuit/payant), d'autres sont graduées (de très bon à très mauvais) et d'autres encore énumèrent le contenu des paramètres. Une échelle de couleur (quatre couleurs de vert foncé à rouge foncé) a ensuite été choisie pour faciliter la lecture et la comparaison entre tous les paramètres des logiciels. Cette échelle de couleur prend en compte le contexte du projet (changement climatique, France,...).

1.6. Méthodologie d'identification des besoins de potentiels utilisateurs

Afin de déterminer les besoins des potentiels utilisateurs, des entretiens ont été réalisés. 7 personnes, de métiers différents (ingénieurs forestiers, propriétaires forestiers, chercheurs, ...) dans la production sylvicole ont été interviewées. Certaines de ces personnes adoptaient plusieurs points de vue, celui de leur profession actuelle, et par exemple celui d'une profession antérieure (suite à une évolution de carrière) ou encore celui de collègues. Ces entretiens étaient semi-directifs : ils étaient orientés via des questions préparées à l'avance, tout en laissant la possibilité aux interviewés de s'exprimer librement sur le sujet. Le questionnaire contenait des questions concernant plusieurs thèmes (cf. annexe C) : le profil de l'interviewé, le site *Forêts-21*, les besoins liés à une application web de sylviculture, de ses potentiels usages et enfin des fonctionnalités avancées qui pourraient y être disponibles.

Les entretiens ont été enregistrés lorsque les personnes étaient consentantes afin d'éventuellement compléter les retranscriptions. Durant ces derniers, les intervieweurs étaient divisés en deux rôles distincts : un directeur d'entretien, posant les questions et portant attention aux réactions physiques et comportementales de l'interviewé, et un rédacteur, prenant des notes et rédigeant l'entièreté du déroulé de l'entretien le plus fidèlement possible. Les retranscriptions d'entretiens ont été ensuite relues juste après les échanges afin de les compléter et confronter les versions des deux intervieweurs.

Un compte-rendu d'entretien a été ensuite produit pour chaque interview via un template prédéfini (cf. annexe D) afin de regrouper les informations et les homogénéiser pour analyse. Celui-ci était constitué d'une part d'une présentation du profil de l'interviewé et d'autre part d'une première évaluation des besoins. Dans cette deuxième partie, les besoins étaient recensés dans un tableau : le besoin exprimé par l'interviewé était expliqué, ainsi que la raison pour laquelle il existait. Il était aussi associé à une importance exprimée par l'utilisateur potentiel, ainsi que des mots clés associés ressortis par les interviewers.

1.7. Méthodologie de la hiérarchisation des besoins

Afin de faire ressortir les principaux besoins exprimés par les utilisateurs potentiels, deux aspects ont été pris en compte : la fréquence de mention par les utilisateurs et l'importance qu'ils ont exprimé vis-à-vis du besoin mentionné.

A partir des tableaux issus des entretiens, les besoins ont été regroupés : lorsqu'un nouvel entretien était réalisé, les besoins exprimés par l'interviewé étaient rapprochés de ceux déjà identifiés lors des entretiens précédents. Si un besoin n'apparaissait pas encore dans la liste, il y était ajouté, et s'il était proche d'un besoin déjà exprimé, celui-ci pouvait être reformulé pour assimiler le nouveau besoin.

ANALYSE DES BESOINS

Ensuite, les besoins exprimés par tous les utilisateurs potentiels interviewés ont été regroupés par catégories de besoin (général, visualisation, gestion et stockage) dans un tableau. Pour chacun de ses besoins, la fréquence de mention a été comptabilisée.

D'autre part, les importances exprimées par les utilisateurs potentiels lors des entretiens (entre -- et ++) ont tout d'abord été ré-évaluées en comparaison aux autres entretiens, afin de les homogénéiser. Elles ont ensuite été converties en intensités entre 1 et 5, les rendant quantifiables. Afin d'associer une valeur d'importance à chaque besoin, celle-ci a été calculée en réalisant une somme des valeurs d'importance accordées par les utilisateurs qui ont exprimé ce besoin.

Les besoins ont donc été évalués en leur accordant un score consistant en une multiplication de la fréquence par la valeur d'importance. Ce score permet alors d'obtenir une note globale permettant de hiérarchiser les besoins. (voir Tableau 1)

De plus, une réunion avec les commanditaires a permis de pondérer l'importance des besoins suivant le type d'utilisateur / réorganiser l'importance des besoins en fonction de leurs volontés.

Tableau 1: Exemple de tableau d'évaluation des besoins

Besoin	Importance	Fréquence inter interviewé	Note globale
Besoin 1	$3+1+3 = 7$	Mentionné par 3 personnes	$7 * 3 = 21$
Besoin 2	$4+2+3+3 = 12$	Mentionné par 4 personnes	$12 * 4 = 48$

1.8. Méthodologie d'identification de profils métier

Afin de définir des profils métier, les besoins ont aussi été étudiés en fonction des personnes interviewées, en rapprochant les besoins exprimés de personnes ayant des métiers identiques (voir Tableau 2).

Ainsi, les personnes interviewées ont d'abord été regroupées par métier (Tableau 2, colonne 1). Ensuite, les besoins exprimés par ces personnes et l'importance qu'ils leur ont accordée ont été étudiés afin de définir des profils.

Par exemple, dans le Tableau 2, au sein du métier 2, les personnes 3 et 4 avaient des besoins similaires et leurs accordaient des importances similaires, alors que la personne 5, ayant le même métier, avait des priorités très différentes. De ce métier ressortiraient alors deux profils.

Tableau SEQ Tableau * ARABIC 2: Exemple de tableau d'identification des profils métier

Métiers	Profils	Personnes	Besoin 1	Besoin 2	Besoin 3
Métier 1	Profil 1	Personne 1	++	=	+
		Personne 2	+	--	-
Métier 2	Profil 2	Personne 3	X	++	=
		Personne 4	-	+	+
	Profil 4	Personne 5	++	--	=
Métier 3	Profil 3	Personne 6	+	X	++

Légende : X = besoin non mentionné

2. Analyse de l'existant

Le projet *Forêts-21* a abouti, en 2022, à la création d'un site web décrivant l'ensemble des modèles utilisés et de leurs variables d'entrée. Il donne directement accès aux sorties des simulations de 2006 à 2100 sous forme de tableaux, cartes et graphiques. L'analyse de ce site a pour but d'identifier ses points forts et faibles, et également de recenser ses fonctionnalités.

Pour ce faire, le commanditaire a partagé les codes d'accès à l'interface expert pour découvrir l'ensemble des fonctionnalités. Il a aussi réalisé une démonstration de la plateforme.

2.1. Plan du site

Le site se décompose en quatre grandes parties : "Accueil", "Actualités", "Le Projet" et "Accès aux données".

Dans la partie "Accueil", le projet *Forêts-21* y est présenté avec l'ensemble de ses partenaires. Le modèle créé y est introduit, et le but de ce projet et ses applications sont expliqués.

La partie "Actualités" permet d'informer les utilisateurs sur l'actualité du projet.

La partie "Le Projet" décrit précisément l'ensemble des entrées de la simulation et les modèles utilisés.

Ces trois premières parties sont très descriptives.

ANALYSE DES BESOINS

Enfin, la partie “Accès aux données” donne accès à l’interface soit en mode découverte avec “Accès simple” soit en mode complet avec “Accès expert”. Elle répertorie aussi les variables de sortie du modèle. Un guide utilisateur pour prendre en main l’interface de visualisation des données y est disponible.

L’esthétique du site est simple avec une palette de couleur entre le vert et le bleu. Des photographies de forêts illustrent les différentes sections (Figure 2).



Figure 2: Capture d’écran de l’accueil de Forêts-21 illustrant l’esthétique du site

2.2. Le modèle

Le projet *Forêts-21* est un service web basé sur un modèle prédictif mettant à disposition les simulations de 2006 à 2100 de différents modes de gestion forestière en contexte de changement climatique. La structure du modèle est détaillée en annexe A.

2.2.1. Les variables d’entrée

Sur la plateforme, les utilisateurs experts définissent les valeurs d’entrées (cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) du modèle, qui sont les caractéristiques de leur parcelle sylvicole, mais aussi d’autres variables à prendre en compte, afin d’obtenir une simulation.

ANALYSE DES BESOINS

Tableau 3 : Valeurs d'entrées du modèle

	PARAMÈTRES DU MODÈLE	DESCRIPTION	NOMBRE DE CHOIX	VALEURS
Caractéristiques de la parcelle	Point Safran	maille SAFRAN, localisation de la parcelle	8602	Coordonnées géographiques (géométrie et localisation de la maille)
	Essence	L'essence des arbres de la parcelle (unique)	4	Pin maritime Hêtre Douglas Chêne
	Sol	La Réserve Utile	3	25 mm 75 mm 125 mm
	ITK	Les Itinéraires Techniques sylvicoles de l'espèce considérée	7	Sylviculture tendancielle Sylviculture semi-dédiée Sylviculture tendancielle écourtée Culture de Biomasse court Sylviculture tendancielle allongée Conduite âge dépendante Sylviculture préventive
Scénario climatique	RCP	Le scénario climatique RCP utilisé	3	RCP 2.6 RCP 4.5 RCP 8.5
Variable d'intérêt	Variable	La variable à afficher sur l'axe de ordonnées. Il s'agit de la donnée d'intérêt, dont l'utilisateur souhaite savoir l'évolution, la valeur, au cours du temps.	82	Variables réparties en 12 catégories. Les valeurs sont les résultats des simulations. ex: biomasse totale, évaporation du sol, hauteur moyenne
Période	Date	Intervalle entre deux années comprises entre 2006 et 2100. Il s'agit de la période de temps qui sera considéré et affiché sur le graphique en abscisse.	95	2006 à 2100

Les itinéraires techniques considérés ont été développés en concertation avec plusieurs experts et professionnels pour chacune des essences, en prenant notamment en compte les lieux du territoire français métropolitain où l'essence en question est particulièrement représentée et produite. Les itinéraires techniques en paramètre du modèle permettent de prendre en compte les différentes opérations du cycle sylvicole.

Les scénarios climatiques utilisés sont donc les RCP (*Representative Concentration Pathway*) définis par le GIEC. Le numéro associé (2.6, 4.5, et 8.5) correspond à l'augmentation du forçage radiatif en $W.m^{-2}$ à l'horizon 2100, qui peut être associé à l'intensité du réchauffement climatique. Ici, seuls trois scénarios ont été sélectionnés parmi les cinq prédominants actuellement (1.9, 2.6, 4.5, 6, 8.5).

2.2.2. Les variables de sortie

Les simulations calculent 82 variables, en accès expert, réparties en 12 catégories : biomasse, carbone du sol, dendrométrie, eau dans l'arbre, eau du sol, évapotranspiration, flux de chaleur et bilans d'énergie, photosynthèse, récolte, respiration, transferts radiatifs et variables météorologiques. Le détail des variables est disponible en annexe B.

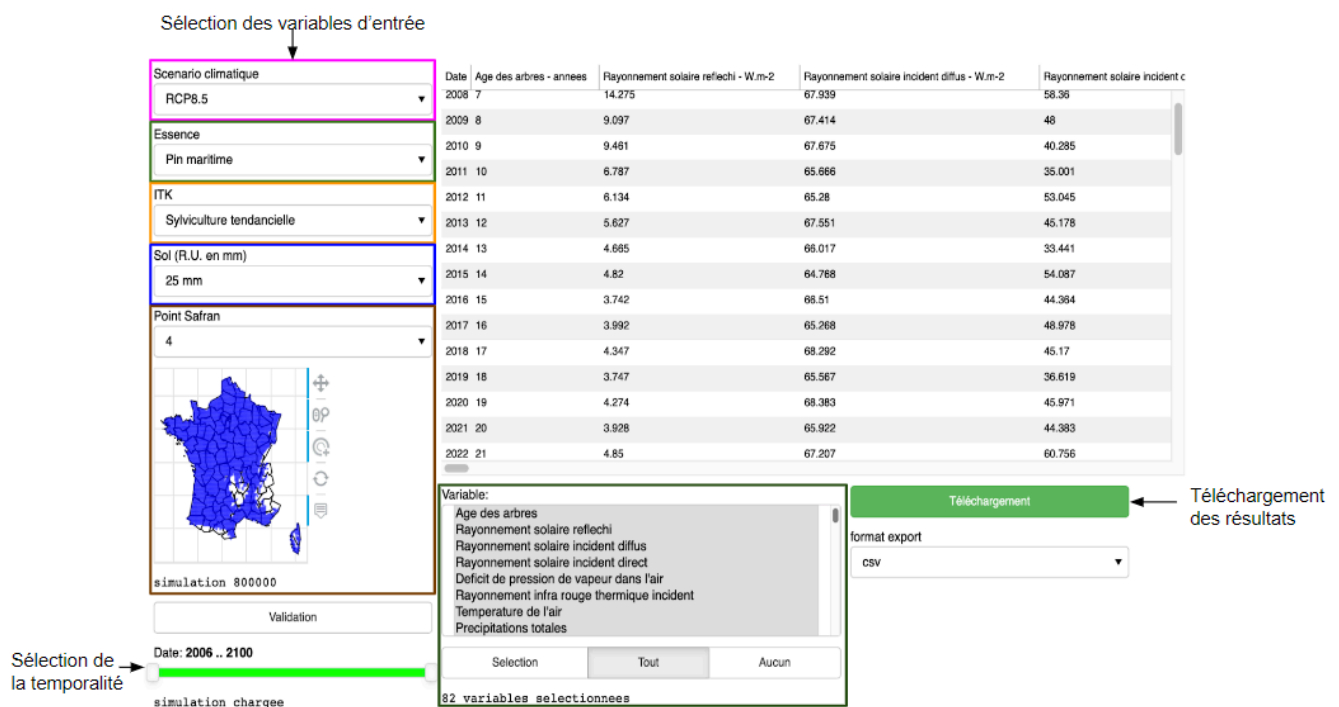
2.3. L'accès aux données

L'accès expert du logiciel de gestion forestière et de visualisation de données offre une variété d'outils et de fonctionnalités pour analyser en détail les informations forestières. Voici une description des éléments disponibles dans cette section.

Types de Visualisation :

Pour chaque type de visualisation, il est possible de sélectionner les variables d'entrée du modèle (**scénario climatique**, **essence d'arbre**, **itinéraire technique**, **réserve utile du sol et la localisation**), ainsi que les **variables à visualiser**. Chacun propose aussi de télécharger les résultats dans différents formats (image .png ou tableau de données .csv, .xlsx) et de sélectionner la plage temporelle d'intérêt.

Tableau de données : Les utilisateurs ont la possibilité d'afficher les données sous forme de tableau pour avoir une vue détaillée des informations forestières. Ce format permet de visualiser plusieurs variables en même temps, utile pour une analyse approfondie ou pour comparer plusieurs paramètres. (cf. Figure 3)



Graphiques : Les utilisateurs peuvent générer des graphiques pour représenter graphiquement les données forestières sélectionnées. Cela permet une compréhension visuelle des tendances des variables au cours du temps selon les scénarios climatiques. (cf. Figure 4)

ANALYSE DES BESOINS

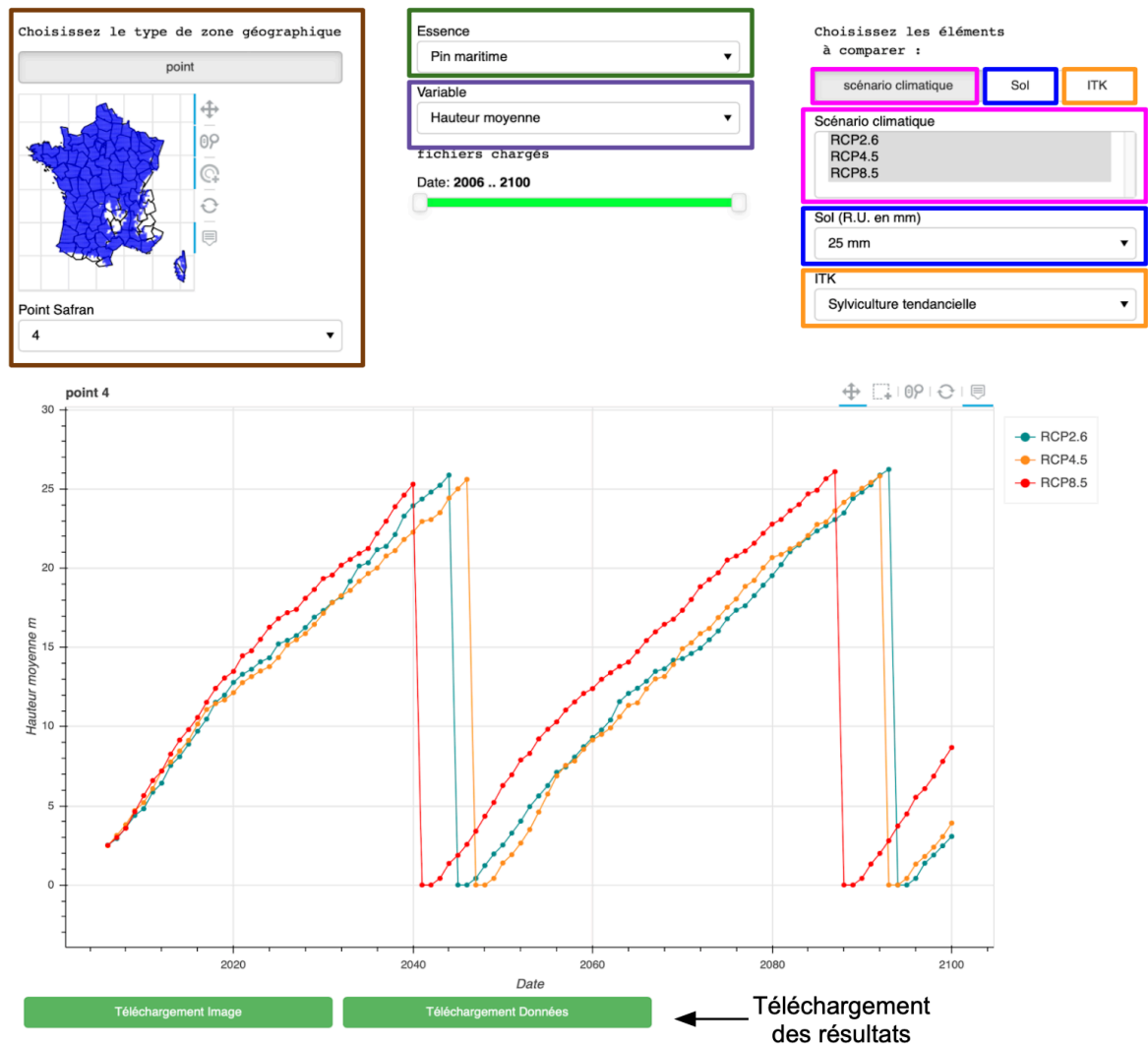


Figure 4: Visualisation de l'affichage des données de la partie graphique

Cartes : La fonction de cartographie permet aux utilisateurs de visualiser les données spatialement. Ils peuvent sélectionner une date précise ou afficher un diaporama pour observer l'évolution des variables au fil des années jusqu'à 2100. (cf. Figure 5)

ANALYSE DES BESOINS

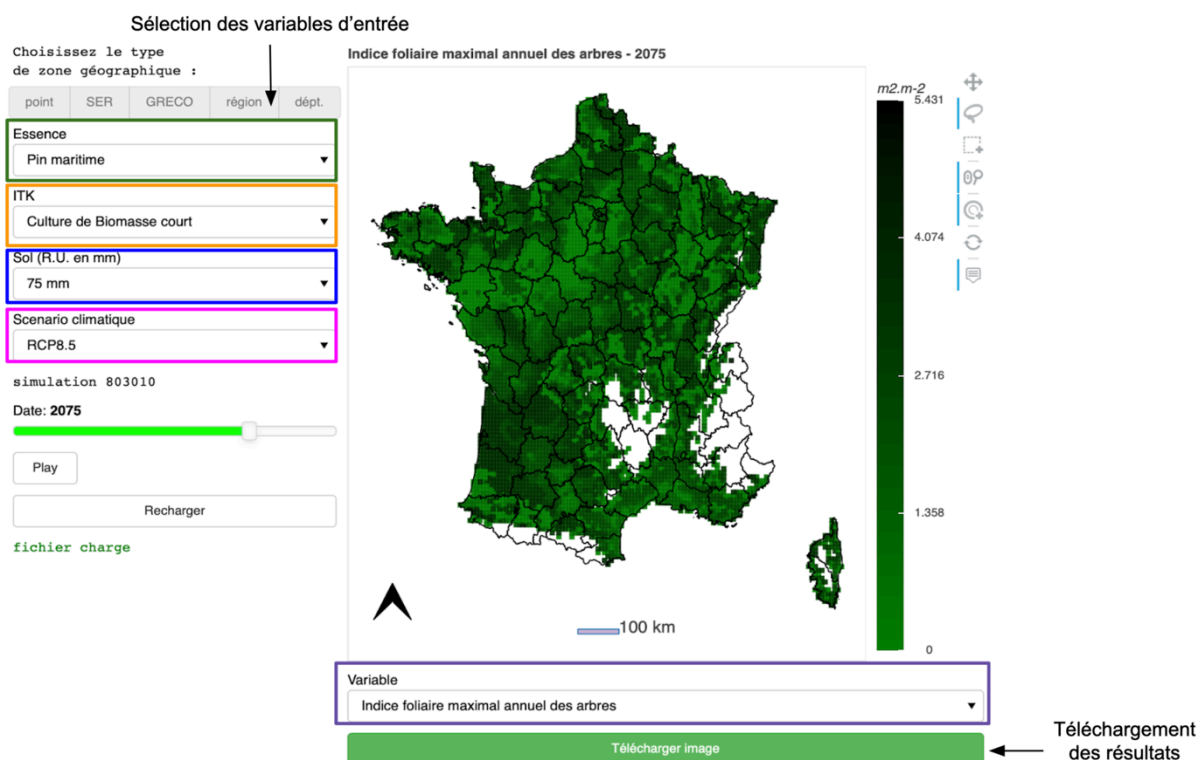


Figure 5: Visualisation de l'affichage des données de la partie carte

2.4. Les points qui ressortent

Le parcours du site *Forêts-21* a permis d'identifier des points forts et faibles. L'ensemble de ceux-ci vont être répartis dans deux catégories, le fond et la forme. Pour chaque catégorie, les points seront regroupés dans des tableaux (cf. Tableau 4, Tableau 5).

2.4.1. Fond

Tableau SEQ Tableau * ARABIC 4: Identification des points positifs et négatifs sur le fond de l'existant

Points Positifs	Points Négatifs
Accès aux données et au modèle intuitif	Classement d'un très grand nombre de variables peu intuitif (ordre alphabétique)
Diaporama de l'évolution d'une variable au fil des années	Un grand nombre de variables n'ont pas de données
Export des données d'intérêt	Modélisation d'une unique variable par graphique et par carte
	Temps de chargement important des données graphiques et cartographiques
	Pas de visualisation du point safran sur la carte miniature lors de sa sélection à l'aide de la liste déroulante

2.4.2. Forme

Tableau SEQ Tableau * ARABIC 5: Identification des points positifs et négatifs sur la forme de l'existant

Points Positifs	Points Négatifs
Site minimaliste, simple et épuré	Contraste vert sur vert difficile à lire
Guide utilisateur aéré et facile à lire	Affichage non prévu pour une visualisation de la page en fenêtre réduite
	Bouton cliquable uniquement sur la partie texte et non sur l'ensemble du rectangle
	Arbre de recherche pas intuitif avec la présence des "]" entre les différents niveaux

3. Analyse concurrentielle

3.1. Les logiciels, sites, applications existantes

Des recherches ont été menées sur d'autres sites ou applications de gestion sylvicole afin d'en dégager les points forts et les points faibles, pour améliorer notre vision d'ensemble du sujet.

Il existe un certain nombre de logiciels et d'applications aidant à la gestion forestière grâce à des modèles de l'écosystème forestier et de ses caractéristiques physico-chimiques. Ces outils, comme celui développé par l'INRAE, permettent d'analyser l'évolution des forêts sur le plan économique et environnemental. Parmi eux, certains se distinguent par leur approche et leurs fonctionnalités spécifiques.

3.1.1. Forest Planner

Forest Planner : (KnowYourForest, 2020)

Il s'agit d'un outil d'aide à la gestion d'exploitation sylvicole spécifique aux Etats de Washington et de l'Oregon (États-Unis) créé par Ecotrust. Cet outil est *open-source* et ne nécessite qu'une création de compte avant utilisation.

Il est possible d'ajouter ses propres parcelles à la main ou en les important dans le logiciel. De nombreux éléments sont affichables via l'interface présentée en Figure 6 (Durdux, 2022).

ANALYSE DES BESOINS

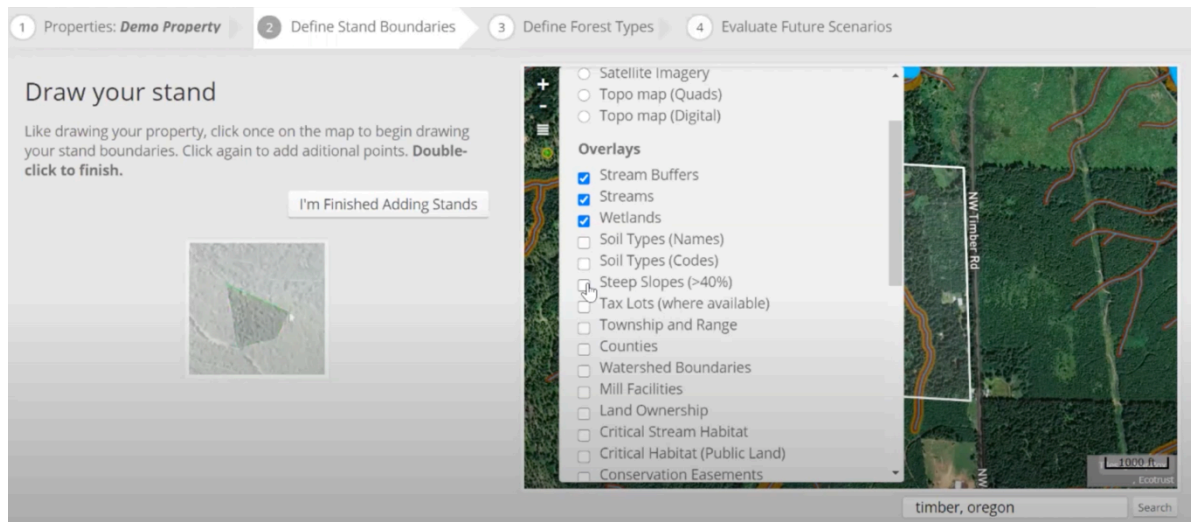


Figure 6: Interface cartographique et choix des éléments représentés de Forest Planner.

Il est également possible d'afficher la composition de sa forêt, et un diagramme illustre en temps réel la proportion des espèces dans la parcelle sélectionnée, visible en Figure 7 (KnowYourForest, 2020).

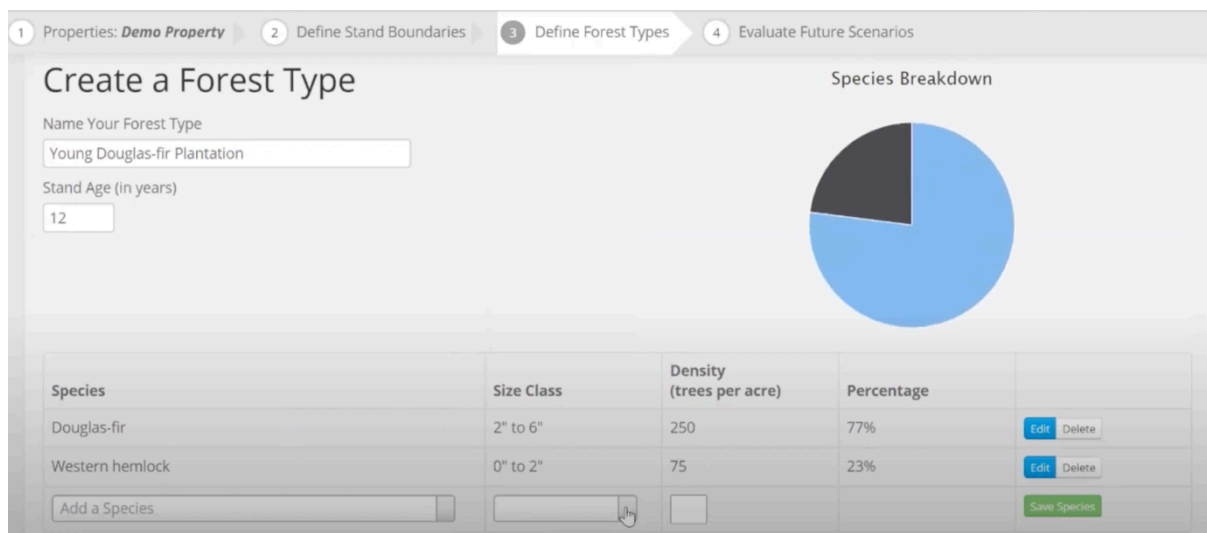


Figure 7: Interface de la création de type de forêt à insérer sur la carte.

Dans la dernière fenêtre de l'application "Evaluate Future Scenarios", nous pouvons définir plusieurs scénarios selon une multitude de paramètres, tels que les contraintes du terrain, la composition de la forêt, l'itinéraire technique et autres pratiques sylvicoles.

Une fois qu'un scénario est sélectionné, comme en Figure 8 (KnowYourForest, 2020), il est possible de visualiser les variables souhaitées (par exemple le stockage de carbone, le

ANALYSE DES BESOINS

risque incendie) sous forme de graphique ou encore de carte d'évolution de forêt. Il est également possible d'afficher un diagramme du coût de la récolte, du transport et des revenus.

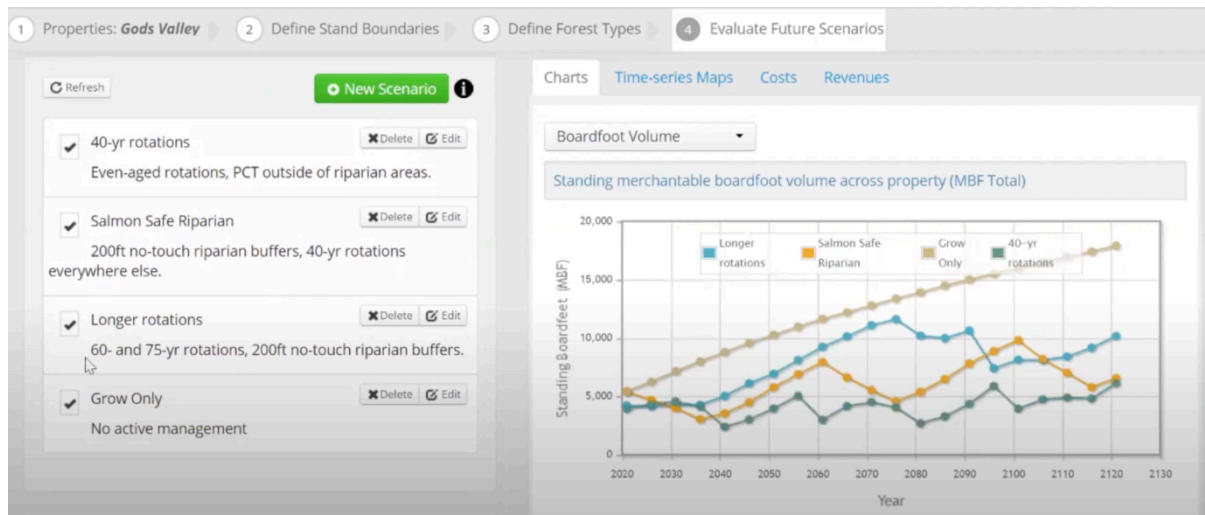


Figure 8 : Interface de la représentation graphique de différentes variables.

En revanche, dans cet outil aucun scénario climatique n'est pris en compte dans les prévisions.

Dans cette solution, un seul des deux aspects essentiels du projet *e-Sylve* est pris en compte. Il s'agit d'un outil d'aide à la gestion forestière ne prenant pas en compte les impacts du changement climatique. En revanche, *Forest Planner* présente quelques similitudes avec le projet *e-Sylve* tant dans son modèle que dans son utilisation, notamment sur la visualisation de données.

3.1.2. Heureka

Heureka : (Swedish University of Agricultural Science, 2023)

Le logiciel *open-source* suédois *Heureka* est un exemple d'outil d'aide à la gestion forestière, avec 3 scénarios climatiques MPI-ESM inclus. Les scénarios MPI-ESM sont des sous-modèles RCP. Il est également possible d'importer de nouveaux scénarios. Il permet également d'effectuer des analyses de l'évolution des forêts à court et long termes sur les plans économique ou environnemental, offrant ainsi des informations précieuses pour la prise de décision.

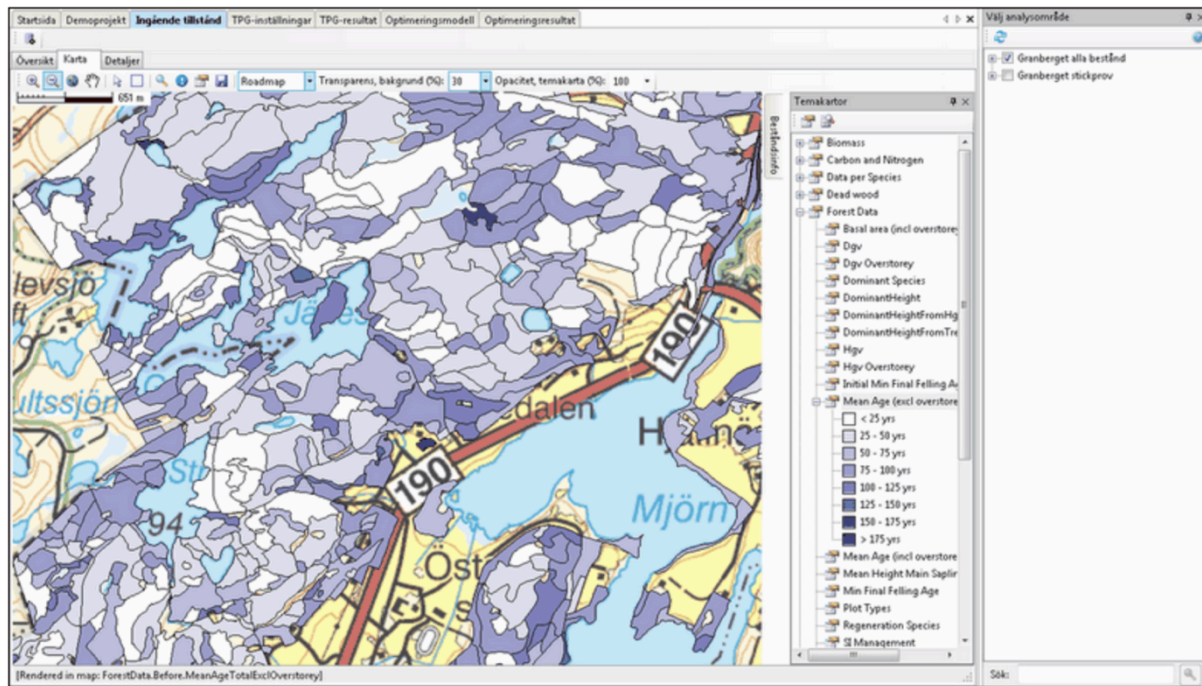


Figure 9: interface de vue cartographique des données de Heureka.

Ce logiciel peut prendre en compte 500 variables. Les données peuvent être représentées sous forme de tableaux de données et de carte (cf. Figure 9 (Swedish University of Agricultural Science, 2023)). La partie cartographie pourrait faire penser à Qgis, qui est un logiciel de SIG (Système d'Informations Géographiques). En revanche, ce logiciel ne crée pas de représentation graphique pouvant faciliter la compréhension des tableaux de données. Ce logiciel est surtout adapté aux utilisateurs ayant de bonnes connaissances en sylviculture et en numérique.

3.1.3. BioClimSol

BioClimSol : (CNPF, 2023), (IDF, 2020)

Cet outil a été créé par le CNPF (Centre National de la Propriété Forestière) en 2010. Il s'agit d'un outil de diagnostic sylvo-climatique et d'aide à la décision. Le but est d'aider au renouvellement des essences dans un contexte de dérèglement climatique. 48 essences d'arbres sont prises en compte. Cet outil existe sous trois formes :

- application pour téléphone portable et tablette, mais n'est disponible que sous Android. Le but est de pouvoir aller sur le terrain et de rentrer des données sans attendre de retourner au bureau. Le visuel de l'application est visible en Figure 10 (CNPF, 2023);
- une version R et Excel pour pouvoir l'utiliser au bureau ;
- une version SIG pour la visualisation de l'aménagement.

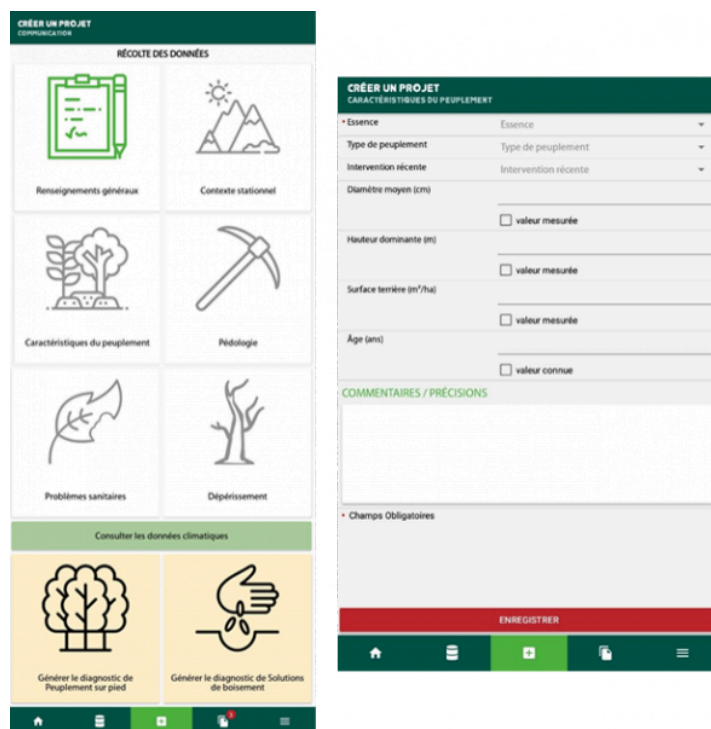


Figure 10: interface de la création de projet sur l'application mobile.

L'outil offre 4 services :

- une carte de vigilance climatique pour chaque essence ;
- un indice de vigilance pour 40 essences d'arbres : un indice est donné en fonction de facteurs aggravants (tels que le déficit hydrique, la topographie ou encore l'acidité du sol), le climat actuel et futur et la carte de vigilance. L'indice de vigilance est compris entre 0 et 10. Il indique si une essence ne présente pas trop de risques en fonction des différents facteurs pris en compte ;
- un module boisement et auto-écologie des essences ;
- des recommandations sylvicoles.

Il est également possible d'utiliser *BioClimSol* sous R et sous SIG, afin de produire des modélisations et des cartes.

L'utilisation de *BioClimSol* nécessite 2 jours de formation valant 750 €.

3.1.4. LANDIS-II

LANDIS-II : (Accueil Landis-II, s. d.)

Ce modèle de paysage forestier américain est le fruit de 30 années de développement continu en open-source. Il simule les forêts, des arbustes aux arbres, sur des échelles de temps allant de plusieurs décennies à plusieurs siècles, couvrant des étendues allant de centaines à des millions d'hectares. *LANDIS-II* modélise les changements en fonction de la croissance, de la succession, des perturbations telles que le feu, le vent ou les insectes, de la gestion forestière, du changement d'utilisation des terres, et intègre également les effets du

ANALYSE DES BESOINS

climat et du changement climatique. Sa grande personnalisation avec de nombreuses extensions en fait un outil polyvalent, et tous ses composants sont gratuits et *open-source*, favorisant la collaboration et le partage d'informations. Dans sa version originale, *LANDIS-II* ne possède pas d'interface graphique, mais certaines extensions, comme *LANDVIZ*, ajoutent une interface visuelle (cf. Figure 11) et rendent le logiciel accessible pour des exploitants n'ayant pas été formés à de tels outils.

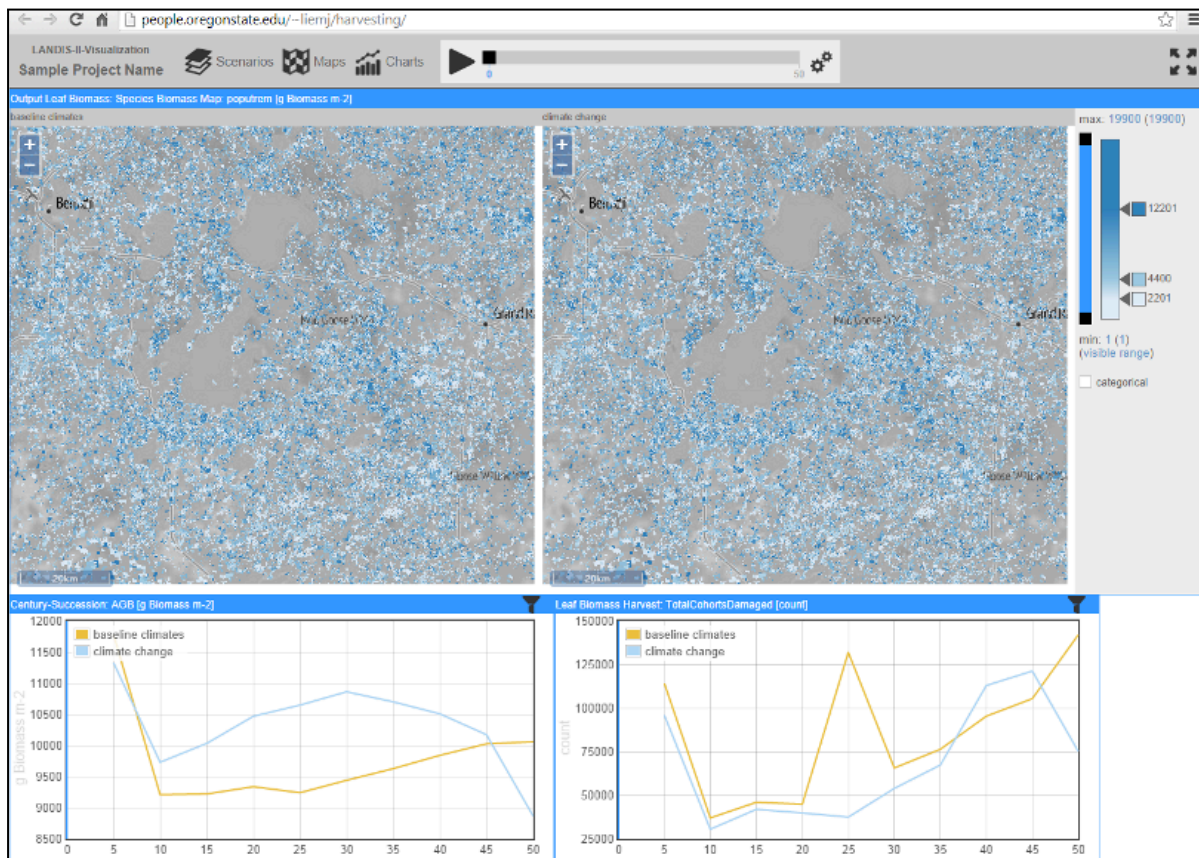


Figure 11: Exemple d'utilisation de Landis-II via l'interface de LANDVIZ

L'interface est composée d'une unique page, sur laquelle sont affichées toutes les informations. L'utilisateur peut sélectionner deux scénarios climatiques qu'il souhaite comparer, puis afficher une carte représentant une variable choisie (par exemple la biomasse) pour chaque scénario. La symbologie des cartes peut être modifiée, et l'évolution de la carte au cours du temps peut être visualisée. Enfin, il est possible d'afficher des graphiques représentant l'évolution d'une variable au cours du temps selon les scénarios choisis.

Cette interface permet de s'affranchir de la lecture de tableaux de données parfois difficiles à comprendre pour les utilisateurs novices. Le visuel est une interface web, se démarquant des anciennes versions et extensions du logiciel. En revanche, les paramètres

peuvent être ambigus et difficiles à comprendre ou à définir, rendant le modèle uniquement exploitable par des chercheurs et professionnels.

Afin de pouvoir comparer les différents logiciels entre eux et avec *Forêts-21*, un tableau comparatif a été réalisé selon la méthode expliquée plus haut (Tableau 6).

Tableau SEQ Tableau * ARABIC 6: Tableau comparatifs des logiciels concurrents analysés et de Forêts-21

	<i>Forest Planner</i>	<i>Heureka</i>	<i>BioClimSol</i>	<i>LANDIS-II</i>	<i>Forêts-21</i>
Prix	Gratuit	Gratuit	Payant	Gratuit (nécessite autorisation)	Gratuit (nécessite autorisation)
Interopérabilité système exploitation	Oui	Pas sous Linux et Mac OS	Pas sous IOS	pas sur Mac OS	Oui
Accompagnement (tutoriels, formations)	Bon	Moyen	Très bon	Bon	Bon
Langues	Anglais	Anglais, suédois	Français	Anglais	Français
Design	Bon	Moyen	Très bon	Mauvais	Moyen
Variables économiques	Beaucoup	Beaucoup (trop ?)	Aucun	Moyen	Beaucoup (trop ?)
Variables environnementales	Oui	Oui (trop ?)	Oui	Oui	Oui (trop ?)
Scénarios climatiques	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Visualisation des données	Cartes, graphiques, tableaux	Cartes, tableaux	Cartes, graphiques, tableaux	Carte, graphiques (que en extension)	Graphiques, cartes, tableaux
Exportation des données	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Prise en main du logiciel	Difficile	Très difficile	Difficile	Difficile	Difficile
Régions du monde	Etats-Unis	Partout	France	Surtout aux Etats-Unis	France

Légende:

Très bon	Bon	Moyen	Mauvais	Très Mauvais
----------	-----	-------	---------	--------------

Il en ressort que les fonctionnalités proposées dans *Forêts-21* sont très intéressantes dans notre contexte et qu'il est aussi bon, voire meilleur que ces concurrents sur certains aspects. Cependant, son principal défaut est la prise en main difficile du site, qui n'est pas intuitive en particulier au niveau des variables proposées. Ce dernier point est néanmoins vrai pour tous les logiciels cités plus haut et il serait donc intéressant que notre solution en tienne compte.

En fin de compte, il existe peu d'outils sur le marché regroupant à la fois un modèle prenant en compte les scénarios climatiques à venir, et une aide à la gestion forestière. De ce fait, *Forêts-21* est une solution intéressante. Cependant, les interfaces utilisateurs de tous ces logiciels sont généralement complexes et peu adaptées au grand public. Il serait judicieux d'en tenir compte dans notre solution. Pour essayer de convenir au mieux aux futurs utilisateurs, nous avons entrepris d'identifier leurs différents besoins.

4. Identification des profils métiers

Les entretiens ont fait émerger des profils qui se distinguent plus ou moins dans leurs besoins exprimés. Nous les avons qualifiés de profils métiers car nous retrouvons les mêmes besoins selon les missions de nos interlocuteurs. Nous avons aussi considéré des profils métiers pour lesquels des besoins ont été exprimés sans que des entretiens puissent être réalisés.

Cette segmentation en profils métier permettra d'enrichir la discussion sur les besoins prioritaires avec les commanditaires en distinguant les profils ciblés par

l'application. Par conséquent, ils ne seront pas tous traduits en profils métier dans l'application finale.

Finalement, nous avons fait émerger 9 profils distincts.

L'ingénieur forestier dans une exploitation forestière (Profil 1) a une démarche de planification. Pour cela, il peut s'appuyer sur des données. Il est intéressé par des données prédictives comme celle de *Forêt-21* pour la gestion forestière mais il exprime aussi le besoin de limiter la redondance avec les autres outils de son environnement de travail.

L'ingénieur forestier directeur du développement (Profil 2) porte des projets qui touchent tous les aspects de la production forestière. Il s'intéresse à l'intégration d'une nouvelle solution numérique dans l'environnement à la fois technique et humain de l'entreprise. Il segmente les besoins pour la R&D et pour la production.

L'ingénieur forestier porteur de projet (Profil 3) mène des missions en interaction avec différents acteurs du monde forestier mais aussi extérieur à lui. L'enjeu associé est la communication à des publics très différents sur des sujets de pratiques sylvicoles et sur les défis du monde forestier. Dans cette perspective, il exprime un besoin de plusieurs niveaux d'accès aux données pour le projet *e-Sylve*.

Le chercheur (Profil 4) trouve un intérêt dans la simplification de l'accès aux données du projet *Forêts-21*. Il souhaite visualiser plus facilement les sorties du modèle tout en modifiant les paramètres d'entrée selon son envie.

Le technicien forestier (Profil 5) mène les opérations pour produire du bois. Il mène des opérations sur le terrain où la consultation de la donnée n'est pas aisée. Il voit de l'intérêt dans un outil qui puisse être disponible sur plusieurs terminaux avec une simplicité d'utilisation et qui lui apporte des données à usage pratique.

Le **Profil 6** correspond au profil de **directeur** et en particulier directeur du PEFC Nouvelle-Aquitaine (Program for the Endorsement of Forest Certification, organisme attribuant des certifications aux acteurs de la filière forêt-bois-papier en matière de durabilité). Il s'agit d'un profil à l'aise avec l'informatique. En effet, un outil cartographique de gestion des adhérents est en développement au sein du PEFC. Ainsi, l'exportation des données vers leur logiciel de gestion sylvicole serait souhaitable.

L'objectif du PEFC est de contrôler les adhérents sur le respect de leur cahier des charges concernant les thématiques liées au dérèglement climatique. Pour cela, il est en capacité de conseiller ou d'imposer l'utilisation d'un outil de gestion sylvicole. Également, le PEFC révisé son cahier des charges tous les cinq ans.

Les gestionnaires territoriaux (départements, communautés de communes) (**Profil 7**), ont pour objectif d'avoir une vision globale sur le territoire sur lequel ils exercent une gestion. Afin de prendre la meilleure décision en matière de durabilité, ils seraient intéressés d'avoir les données produites par *Forêts-21*. Le rendu de l'application devrait être alors adapté à la visualisation de données à plus petite échelle spatiale.

Le **Profil 8** correspond au **propriétaire forestier**. Globalement, il existe de nombreux profils de propriétaires allant de celui qui est simplement détenteur d'une parcelle et laisse la gestion à une coopérative forestière privée, à celui qui s'occupe entièrement de la gestion de sa propriété et dont le métier est sylviculteur. Peu de propriétaires forestiers sont intéressés par l'utilisation d'outils numériques en sylviculture et nombre d'entre eux ne sont pas à l'aise avec le numérique. Ils sont, de plus, généralement âgés. Néanmoins, la minorité de propriétaires forestiers prêts à utiliser des outils numériques et s'occupant eux-mêmes de la gestion sylvicole souhaite obtenir des simulations des variables liées à la production. Leur objectif est avant tout d'avoir une idée de l'itinéraire technique à réaliser dans un souci de durabilité et de rentabilité économique. L'interface doit être accessible. L'exportation des données vers les logiciels de gestion sylvicole déjà utilisés serait également souhaitable.

Le **Profil 9** correspond au **grand public** dont les objectifs sont d'avoir un point de transparence sur un domaine qu'il ne maîtrise pas. Dans un souci de vulgarisation, il peut être intéressant par exemple pour le grand public d'obtenir un aperçu de l'évolution des forêts dans le contexte du dérèglement climatique. Cela peut être une amorce au sujet de dialogue "forêt-société", thème compliqué à aborder aujourd'hui. Ce profil n'est pas forcément à l'aise avec le numérique. L'interface et les informations diffusées devront être alors accessibles à des non-initiés.

5. Besoins identifiés à la suite des entretiens

5.1. Description des besoins

Durant les sept entretiens, plusieurs utilisateurs potentiels du logiciel du projet *e-Sylve* aux profils différents ont été interviewés via un questionnaire. Ces entretiens ont permis d'extraire les 20 besoins listés ci-dessous, regroupés selon quatre grandes catégories :

Catégorie	Code	Description du besoin
Général	GN-1	Permettre une utilisation sans connexion internet, garantissant aux utilisateurs la possibilité d'accéder aux données et de travailler en forêt, même dans des zones sans réseau.
	GN-2	Être multi-plateforme, accessible sur différents appareils, que ce soit sur un navigateur web, une tablette ou un téléphone portable, offrant une flexibilité maximale pour les professionnels de la gestion forestière.

ANALYSE DES BESOINS

	GN-3	Prendre en charge divers profils utilisateurs , du gestionnaire de forêt au technicien terrain, offrant une expérience adaptée à chaque besoin spécifique en gardant en mémoire les préférences et réglage de chaque session.
	GN-4	Avoir une page d'accueil informative présentant l'intérêt du logiciel <i>Forêts-21</i> et guidant les utilisateurs à travers les fonctionnalités du logiciel, assurant une expérience conviviale dès le début.
	GN-5	Avoir une interface intuitive pour garantir une prise en main facile, tout en offrant des fonctionnalités puissantes pour simplifier les tâches de gestion forestière.
	GN-6	Permettre le choix des paramètres où les utilisateurs ont le contrôle total sur les paramètres qu'ils souhaitent surveiller et analyser, adaptant ainsi le logiciel à leurs besoins spécifiques.
Visu alisation	V-1	Permettre une analyse visuelle complète du rendement forestier , permettant aux utilisateurs de suivre, d'anticiper et d'évaluer les performances de leurs opérations.
	V-2	Afficher la carte des travaux forestiers prévus pour l'année, facilitant la planification et la gestion des ressources.
	V-3	Permettre de visualiser les parcelles forestières en utilisant différentes couches d'information (RU, alios ...) , ce qui peut faciliter la prise de décisions et la gestion des opérations forestières.
	V-4	Fournir une carte interactive offrant une vue d'ensemble complète de la forêt, permettant aux utilisateurs de naviguer facilement et de localiser des zones d'intérêt.
	V-5	Comparer les résultats du modèle en fonction des paramétrages (ITK, essence ...), permettant de faire des prévisions et d'optimiser les futures interventions.
	V-6	Avoir des droits de visualisation des données des adhérents où les utilisateurs autorisés peuvent consulter et analyser les données des adhérents, améliorant ainsi la coopération et la gestion des ressources forestières.
	V-7	Inclure des données pour la recherche et le développement, comme l'évapotranspiration, le carbone du sol et l'humidité du sol .

ANALYSE DES BESOINS

	V-8	Permettre de visualiser les données à différentes échelles , du niveau territorial au niveau parcellaire, pour une gestion précise et globale.
Stockage	ST-1	Pouvoir exporter des cartes et des données pour une utilisation ultérieure, hors-ligne ou pour le partage avec d'autres logiciels.
	ST-2	Sauvegarder des modifications effectuées sur le logiciel pour garder les paramètres d'une connexion à l'autre.
Gestion	GT-1	Pouvoir suggérer des essences en fonction des scénarios spécifiques , aidant à planifier la plantation et la gestion forestière.
	GT-2	Pouvoir proposer le scénario le plus probable où les utilisateurs reçoivent des recommandations basées sur des données fiables pour identifier le scénario le plus probable, optimisant ainsi la prise de décisions.
	GT-3	Avoir des paramètres d'entrée en favoris simplifiant ainsi les manipulations sur la plateforme.
	GT-4	Générer des rapports synthétiques afin d'obtenir des rapports personnalisés conformes aux normes de l'utilisateur, simplifiant la communication et la présentation des données.

5.2. Hiérarchisation des besoins identifiés

En se basant sur l'importance exprimée et l'attitude des intervenants, une note allant de 1 à 5 a été attribuée à chaque besoin. Cette note se visualise dans le tableau suivant (cf. Tableau 7) par les symboles --, -, ~, +, ++. Ce recensement permet également de regrouper des besoins similaires et/ou déjà existants. Les noms des personnes présentées dans le tableau sont disponibles en annexe E.

Une fois le recensement ci-dessous réalisé, une valeur d'importance a été calculée en additionnant les notes par besoin. Enfin, une note globale est attribuée en réalisant le produit entre l'importance et la fréquence d'expression du besoin.

ANALYSE DES BESOINS

Tableau SEQ Tableau * ARABIC 7: Exemple du tableau de recensement de tous les besoins

	GN-1	GN-2	GN-3	GN-4	GN-5	GN-6	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-6	V-7	V-8	ST-1	ST-2	GT-1	GT-2	GT-3	GT-4
Profil 1 : Ingénieur forestier dans exploitation forestière																				
Personne A	+						++	+	+											
Personne B						~	+		+	-					~		++	+		
Profil 2 : Ingénieur forestier directeur du développement																				
Personne C		+	++			+				++			~		+	+				
Profil 3 : Ingénieur forestier porteur de projet																				
Personne D					++		++				+		~							
Profil 4 : Chercheur																				
Personne E		~	+	+	++	~				--	~		~		+		--		+	
Personne C (en tant que chercheur)						~														
Profil 5 : Technicien																				
Personne B (en tant que tech.)		~				-			+	+										
Personne D (en tant que tech.)		+					++			++										
Profil 6 : Directeur																				
Personne F			++			~				--	++	++			+					+
Profil 7 : Gestionnaires territoriaux																				
Personne C (en tant que gestionnaires territoriaux)														-						
Profil 8 : Propriétaire forestier																				
Personne G			~	~	+		+	+			~				+					~
Profil 9 : Grand public																				
Personne C (en tant que grand public)													--							

ANALYSE DES BESOINS

Cette méthode nous a donc permis de classer les 20 besoins identifiés lors des entretiens, avec des notes globales allant de 2 à 115.

Code	Besoins	Importance	Note globale
V-1	Visualisation des variables liées au rendement	23	115
V-3	Affichage carte (sortie)	18	108
GN-6	Choix des paramètres d'entrée	18	108
ST-1	Exportation des données vers autres logiciels de gestion	19	95
GN-3	Différents profils utilisateurs	17	68
V-5	Comparaison résultat fonction paramétrage	15	60
GN-2	Multi-plateforme (web, tablette, portable)	14	56
GN-5	Besoin de simplicité efficace	14	42
V-7	Evapotranspiration, carbone du sol et eau du sol pour la R&D	10	40
V-4	Visualisation des parcelles avec différents fonds (RU, alios, ...) (entrée)	12	36
V-2	Carte des travaux annuels	8	16
GN-4	Première page d'explication : description utilité du modèle	7	14
GT-4	Rapport synthétique	7	14
GT-1	Proposition d'essences en fonction des scénarios	6	12
V-6	Droit visualisation données adhérents	5	5
GN-1	Accessible hors ligne	4	4
ST-2	Persistance des modifications (historique)	4	4
GT-2	Proposition scénario le plus probable	4	4
GT-3	Paramètres d'entrée en favoris	4	4
V-8	Échelle territoriale et parcellaire	2	2

Les sept besoins qui apparaissent les plus importants selon les entretiens sont de pouvoir visualiser les variables liées au rendement, de les afficher sur une carte et de les comparer selon les paramètres d'entrée choisis. Un autre besoin fortement exprimé est celui de créer des profils métiers différents pour permettre un accès personnalisé selon l'utilisation. Finalement, l'exportation des données vers d'autres logiciels de gestion semble aussi nécessaire.

5.3. Hiérarchisation par profil métier

A l'aide du tableau (cf. Tableau 9) répertoriant l'ensemble des besoins identifiés, l'importance de chaque besoin et leur note globale ont aussi été calculées par profil. La hiérarchisation pour les neuf profils est représentée à travers les tableaux suivants.

Tableau SEQ Tableau * ARABIC 9: Recensement des différents besoins pour chaque profil métier

Code	Besoin	Importance	Note globale
V-1	Visualisation des variables liées au rendement	9	18
V-4	Visualisation des parcelles avec différents fonds (RU, alios, ...) (entrée)	8	16
GT-1	Proposition d'essences en fonction des scénarios	5	5
GN-1	Accessible hors ligne	4	4
V-2	Carte des travaux annuels	4	4
GT-2	Proposition scénario le plus probable	4	4
GN-6	Choix des paramètres d'entrée	3	3
ST-1	Exportation des données vers autres logiciels de gestion	3	3
V-3	Affichage carte (sortie)	2	2

Profil 2 : Ingénieur forestier directeur de développement			
Code	Besoin	Importance	Note globale
V-3	Affichage carte (sortie)	5	5
GN-3	Différents profils métier	5	5
GN-6	Choix des paramètres d'entrée	4	4
ST-1	Exportation des données vers autres logiciels de gestion	4	4
GN-2	Multi-plateforme (web, tablette, portable)	4	4
ST-2	Persistance des modifications (historique)	4	4
V-7	Evapotranspiration, carbone du sol et eau du sol pour la R&D	3	3

ANALYSE DES BESOINS

Profil 4 : Chercheur			
Code	Besoin	Importance	Note globale
GN-6	Choix des paramètres d'entrée	6	12
GN-5	Besoin de simplicité efficace	5	5
GN-3	Différents profils métier	4	4
ST-1	Exportation des données vers autres logiciels de gestion	4	4
GN-4	Première page d'explication : description utilité du modèle	4	4
GT-3	Paramètres d'entrée en favoris	4	4
V-5	Comparaison résultat fonction paramétrage	3	3
V-7	Evapotranspiration, carbone du sol et eau du sol pour la R&D	3	3
GN-2	Multi-plateforme (web, tablette, portable)	3	3
V-3	Affichage carte (sortie)	1	1
GT-1	Proposition d'essences en fonction des scénarios	1	1

Profil 5 : Technicien			
Code	Besoin	Importance	Note globale
V-3	Affichage carte (sortie)	9	18
GT-1	Multi-plateforme (web, tablette, portable)	7	14
V-1	Visualisation des variables liées au rendement	5	5
V-4	Visualisation des parcelles avec différents fonds (RU, alios, ...) (entrée)	4	4
GN-6	Choix des paramètres d'entrée	2	2

Profil 6 : Directeur			
Code	Besoin	Importance	Note globale
GN-3	Différents profils métiers	5	5
V-5	Comparaison résultat fonction paramétrage	5	5
V-6	Droit visualisation données adhérents	5	5
ST-1	Exportation des données vers autres logiciels de gestion	4	4
GT-4	Rapport synthétique	4	4
GN-6	Choix des paramètres d'entrée	3	3
V-3	Affichage carte (sortie)	1	1

ANALYSE DES BESOINS

Profil 7 : Gestionnaires territoriaux			
Code	Besoin	Importance	Note globale
V-8	Échelle territoriale et parcellaire	2	2

Profil 8 : Propriétaire forestier			
Code	Besoin	Importance	Note globale
ST-1	Exportation des données vers autres logiciels de gestion	4	4
V-1	Visualisation des variables liées au rendement	4	4
GN-5	Besoin de simplicité efficace	4	4
GN-3	Différents profils métiers	3	3
V-5	Comparaison résultat fonction paramétrage	3	3
GT-4	Rapport synthétique	3	3
GN-4	Première page d'explication : description utilité du modèle	3	3

Profil 9 : Grand public			
Code	Besoin	Importance	Note globale
V-7	Evapotranspiration, carbone du sol et eau du sol pour la R&D	1	1

Avec cette répartition, la hiérarchisation obtenue met en avant cinq besoins légèrement différents dû à la répartition inégale du nombre de personnes ayant répondu dans chaque profil. La visualisation des variables liées au rendement, la possibilité de les afficher sur une carte et de choisir les paramètres d'entrée sont de nouveau mises en avant. Il apparaît aussi l'envie de visualiser différents fonds de cartes liés notamment aux paramètres d'entrée. Le besoin d'accéder à la plateforme via plusieurs types d'appareils.

La vision des commanditaires sur le démonstrateur est de créer une plateforme ou un logiciel permettant aux deux cas d'étude de pouvoir renseigner leur parcellaire, leur itinéraire technique pour visualiser l'évolution de leur forêt dans le temps selon le scénario climatique et de pouvoir modifier l'itinéraire technique pour potentiellement l'utiliser comme aide à la décision. La possibilité de pouvoir accéder avec différents profils utilisateurs est aussi une idée appréciée par les commanditaires pour faire des simulations et de la sensibilisation sur les forêts auprès d'autres

6. Conclusion

Pour conclure, cette étude nous a permis de mieux appréhender le fonctionnement de la plateforme *Forêts-21*, d'analyser des outils existants similaires à cette dernière et de comprendre les besoins des futurs utilisateurs de notre solution.

L'analyse de l'existant a fait ressortir les points positifs et négatifs de *Forêts-21* et l'analyse concurrentielle a permis de montrer qu'il existe peu de solutions existantes permettant de simplifier la gestion forestière tout en tenant compte des impacts du changement climatique.

Les entretiens avec de potentiels utilisateurs ont permis d'identifier différents types de besoins : une interface accessible, l'affichage de cartes ou encore la possibilité d'exporter les données vers un autre logiciel de gestion. Les variables en sortie du modèle les plus demandées ont également pu être définies. Les besoins identifiés ont ensuite été hiérarchisés de manière générale, puis par profils métier afin de faire ressortir les besoins auxquels notre solution devra répondre prioritairement.

Ces besoins seront par la suite traduits en fonctionnalités et les profils métier seront affinés dans l'analyse fonctionnelle.

7. Bibliographie

- Accueil Landis-II. (s. d.). <https://www.landis-ii.org/home>
- AFP, G. avec. (2023, février 28). *Les chiffres clés de la situation des forêts dans le monde*. Geo.fr. <https://www.geo.fr/environnement/les-chiffres-cles-de-la-situation-des-forets-dans-le-monde-213698>
- CNPF. (2023). *Découvrez BioClimSol*. cnpf. <https://www.cnpf.fr/decouvrez-bioclimsol>
- Durdux, F. (2022). *État de la forêt en France 2022 par l'IGN*. La Terre du futur. <https://www.terre-du-futur.fr/etat-de-la-foret-en-france-2022-ifn/>
- FORÊTS-21 · Accueil. (s. d.). Consulté 26 octobre 2023, à l'adresse <https://forets21.inra.fr/pelican3.1/modele.html>
- FRANSYLVA. (2021). *L'impact du changement climatique sur la forêt*. fransylva. <https://www.fransylva.fr/changement-climatique-foret.html>
- Gaudiaut, T. (2023). *Déforestation : Les forêts tropicales en première ligne*. Statista Daily Data. <https://fr.statista.com/infographie/25012/evolution-de-la-superficie-de-forets-par-decennie-par-region-et-dans-le-monde>
- IDF. (2020). *BioClimSol : Un diagnostic sylvicole à la parcelle forestière face au changement, dans recueil de récits d'impact*. Commission d'application des sciences humaines (CASH). https://rd-agri.fr/external_data/acta/2020/2020_CASH_Recit_IDF_Bioclimsol_V11.20.pdf
- idverde. (2023). *Quel est l'état de la forêt française ?* idverde. <https://idverde.fr/actualites/quel-est-letat-de-la-foret-francaise/>
- IGN. (2022). *La surface forestière—INVENTAIRE FORESTIER*. <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique11>
- INRAE. (2022). *FORÊTS-21 · Production de données*. FORÊTS-21. <https://forets21.inra.fr/pelican3.1/modele.html>
- INRAE. (2023). *Interactions Sol Plante Atmosphère—Accueil*. <https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/ispa>
- KnowYourForest (Réalisateur). (2020). *Tree School Online : Free Online Forestry Planning*. KnowYourForest. <https://www.youtube.com/watch?v=eM4R4TuT6pU>
- Nations, U. (s. d.). *Forêts et changement climatique : D'un problème complexe à une solution intégrée / Nations Unies*. United Nations; United Nations. Consulté 26 octobre 2023, à l'adresse <https://www.un.org/fr/chronicle/article/forets-et-changement-climatique-dun-probleme-complexe-une-solution-integree>

ANALYSE DES BESOINS

Swedish University of Agricultural Science. (2023). *Heureka Help*. Heureka.
<https://www.heurekaslu.se/help/en/index.html?introduktion.html>

8. Annexes

8.1. Annexe A : Structure du modèle.

Le projet *Forêts-21* est un service web basé sur un modèle prédictif mettant à disposition les simulations de 2006 à 2100 de différents modes de gestion forestière en contexte de changement climatique.

Ce modèle repose sur une chaîne de quatre modèles mécanistes :

- GO+ : Modèle python de croissance et de production forestière, utilisant les principaux processus biophysiques et biogéochimiques.
- CAT : Application Java, qui permet d'estimer et de comparer le bilan carbone des milieux forestiers, ici notamment en fonction des filières bois.
- ForestGALES : Modèle R d'estimation des dégâts liés au vent à l'échelle de l'individu et du peuplement.
- FWI : Fire Weather Index (FWI) System, modèle pour la prise en compte des risques incendies via les paramètres météorologiques et les caractéristiques des bois.

Le modèle utilise la répartition spatiale SAFRAN (Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie), qui consiste en un maillage de zones de 8 km² avec une dimension verticale couramment utilisée dans les projets d'étude d'évolution du climat à l'échelle de la France métropolitaine.

8.2. Annexe B : Détails des variables de sorties.

VARIABLE	DÉFINITION	UNITÉ	STRATES CONCERNÉES
Biomasse			
Biomasse totale	Stock de biomasse sur pied à l'hectare incluant parties aériennes et souterraines	kg MS.m-2	Arbres Sous-étage
Stock de carbone dans la biomasse aérienne	Stock par hectare de carbone de la biomasse aérienne	gC.m-2	Arbres Sous-étage
Incrément net en biomasse aérienne		kg MS.m-2.an-1	Arbres
Biomasse morts	Biomasse des arbres décédés durant l'année en cours	kg MS.m-2	Arbres
Incrément net en biomasse totale		kg MS.m-2.an-1	Arbres
Stock de carbone dans la biomasse souterraine	Stock par hectare de carbone dans la biomasse souterraine	gC.m-2	Arbres Sous-étage
Stock de carbone dans les troncs (ou partie pérenne du sous-étage)	Stock par hectare de carbone dans la biomasse des troncs	gC.m-2	Arbres Sous-étage
Indice foliaire maximal annuel	Projection par m2 de sol de la surface foliaire totale (maximum annuel)	m2 de feuille.m-2 de sol	Arbres Sous-étage
Indice foliaire final	Projection par m2 de sol de la surface foliaire totale du peuplement d'arbres au 31 Décembre	m2 de feuille.m-2 de sol	Arbres
Carbone du sol			
Fraction de sol affectée	Fraction de carbone organique du sol affecté par une opération sylvicole	-	Sol
Fraction biologique du carbone du sol	Stock de carbone organique dans la biomasse hétérotrophe du sol	gC m-2	Sol
Fraction décomposable du carbone du sol	Stock de carbone organique dans la fraction décomposable du sol	gC m-2	Sol
Fraction humifiée du carbone du sol	Stock de carbone organique dans la fraction humifiée du sol	gC m-2	Sol
Fraction inerte du carbone du sol	Stock de carbone organique dans la fraction inerte du sol	gC m-2	Sol

ANALYSE DES BESOINS

Fraction résistante du carbone du sol	Stock de carbone organique dans la fraction résistante du sol	gC m-2	Sol
Litière de branches	Apports annuels au sol de branches mortes	kg MS.m-2.an-1	Arbres Sous-étage
Litière de feuilles	Apports annuels au sol de feuilles ou aiguilles mortes	kg MS.m-2.an-1	Arbres Sous-étage
Litière racinaire	Apports annuels au sol de racines mortes	kg MS.m-2.an-1	Arbres Sous-étage
Litière totale	Apports annuels totaux au sol en carbone organique	gC.m-2.an -1	Arbres Sous-étage
Stock de carbone organique du sol	Masse totale de carbone organique du sol	gC.m-2	Sol
Dendrométrie			
Âge des arbres		ans	Arbres
Surface terrière	Somme sur un hectare de la superficie de la section transversale des troncs à une hauteur de 1.30m projetée sur un hectare	m2.ha-1	Arbres
Diamètre moyen à 1.30m		m	Arbres
Diamètre dominant	Diamètre moyen des 100 plus gros arbres à l'hectare	m	Arbres
Hauteur moyenne		m	Arbres
Hauteur dominante	Hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare	m	Arbres
Densité des arbres		tiges.ha-1	Arbres
Nombre d'arbres morts	Nombre d'arbres décédés durant l'année en cours	tiges.ha-1. an-1	Arbres
Production annuelle		m3 bois fort.ha-1.an-1	Arbres
Volume sur pied		m3 bois fort.ha-1	Arbres
Eau dans l'arbre			
Potentiel hydrique foliaire moyen des arbres	Moyenne annuelle du potentiel chimique de l'eau du feuillage du peuplement d'arbres	Pa	Arbres

ANALYSE DES BESOINS

Potentiel hydrique moyen racinaire	Etat énergétique de l'eau dans les racines	MPa	Arbres
Indice de stress	Traduite de 0 (pas de stress) à 1 (stress maximal) le niveau annuel de stress du peuplement d'arbres	-	Arbres
Eau du sol			
Profondeur de la zone insaturée	Plancher de la zone A	m	Sol
Profondeur de la zone saturée	Humidité volumique moyenne de la zone racinaire	kg H ₂ O.dm-3	Sol
Stock hydrique de la zone insaturée	Stock hydrique des zones A et B (moyenne annuelle)	kg H ₂ O.m-2	Sol
Stock hydrique de la zone racinaire	Stock hydrique de la zone prospectée par les racines	kg H ₂ O.m-2	Sol
Humidité volumique moyenne de la couche A		kg H ₂ O.dm-3	Sol
Humidité volumique finale de la zone racinaire A		kg H ₂ O.dm-3	Sol
Potentiel hydrique du sol		MPa	Sol
Vidange de la nappe	Flux de drainage profond de la nappe	kg H ₂ O.m-2.an-1	Sol
Déficit en eau du sol	Moyenne annuelle du déficit en eau de la zone racinaire [0-1]	-	Sol
Evapotranspiration			
Evaporation du sol	Somme annuelle	kg H ₂ O.m-2.an-1 mm.an-1	Sol
Evaporation de la fraction sèche du sol	Somme annuelle	kg H ₂ O.m-2.an-1 mm.an-1	Sol
Evaporation de la fraction humide du sol	Somme annuelle	kg H ₂ O.m-2.an-1 mm.an-1	Sol
Évapotranspiration des strates végétales	Somme annuelle	kg H ₂ O.m-2.an-1 mm.an-1	Arbres Sous-étage
Transpiration des strates végétales	Somme annuelle	kg H ₂ O.m-2.an-1 mm.an-1	Arbres Sous-étage
Evaporation de la surface mouillée d'une strate	Somme annuelle	kg H ₂ O.m-2.an-1	Arbres Sous-étage

ANALYSE DES BESOINS

		mm.an-1	
Précipitations interceptées	Montant annuel des précipitations interceptées par le couvert	kg H ₂ O.m-2.an-1 mm.an-1	Arbres Sous-étage
Flux de chaleur et bilans d'énergie			
Flux de chaleur latente	Flux net d'énergie consommé par l'évapotranspiration (moyenne annuelle)	W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Flux de chaleur latente - fraction sèche	Flux d'énergie consommé par la transpiration (moyenne annuelle)	W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Flux de chaleur latente - fraction mouillée	Flux d'énergie consommé par l'évaporation de pluie interceptée (moyenne annuelle)	W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Flux de chaleur sensible	Moyenne annuelle	W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Flux de chaleur latente	Moyenne annuelle	W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Photosynthèse			
Production primaire brute	Somme annuelle du flux de carbone (C-CO ₂) absorbé par l'écosystème [arbre-sous-étage] (PPB ou GPP)	-1 gC.m-2.an	Arbres Sous-étage
Flux net de CO ₂	Somme annuelle des échanges nets en carbone (C-CO ₂) entre le couvert végétal et l'atmosphère	-1 gC.m-2.an	
Production primaire nette	Masse de carbone (C-CO ₂) intégrée annuellement dans la biomasse de la végétation (arbres + sous-étage)=GPP-Ra (PPN ou NPP)	-1 gC.m-2.an	Arbres
Récolte			
Diamètre moyen à 1.30m des arbres récoltés		m	Arbres
Diamètre quadratique moyen récolté		m ²	Arbres
Ecart-type du diamètre moyen récolté		m	Arbres
Nombre de tiges récoltées		an-1 tiges.m-2.	Arbres

ANALYSE DES BESOINS

Hauteur moyenne des arbres récoltés		m	Arbres
Écart-type de la hauteur récoltée		m	Arbres
Biomasse des branches récoltées		kg m-2.an-1 MS	Arbres
Biomasse foliaire récoltée		kg m-2.an-1 MS	Arbres
Biomasse de tronc récoltée		kg m-2.an-1 MS	Arbres
Biomasse de souche exportée		kg m-2.an-1 MS	Arbres
Biomasse de bois fort récolté		m3.ha-1.a n-1	Arbres
Respiration			
Respiration autotrophe	Masse de C(C-CO ₂) ré-émise vers l'atmosphère par la respiration végétale (Ra)	-1 gC.m-2.an	Arbres Sous-étage
Respiration de croissance	Fraction de Ra liée à la construction de tissus végétaux	-1 gC.m-2.an	Arbres Sous-étage
Respiration de maintenance	Fraction de Ra liée à la maintenance des tissus vivants	-1 gC.m-2.an	Arbres Sous-étage
Respiration du feuillage	Fraction de Ra liée à la maintenance des tissus vivants du feuillage	-1 gC.m-2.an	Arbres Sous-étage
Respiration hétérotrophe du sol	Masse de carbone organique du sol minéralisé annuellement en CO ₂	-1 gC.m-2.an	Sol
Transferts radiatifs			
Rayonnement solaire réfléchi		W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Rayonnement net	Moyenne annuelle	W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Rayonnement de courte longueur d'onde absorbé		W.m-2	Arbres Sous-étage Sol

ANALYSE DES BESOINS

Rayonnement de grande longueur d'onde absorbé		W.m-2	Arbres Sous-étage Sol
Variables météorologiques			
Précipitations totales		-	
Concentration de l'air en CO2		-	
Pression partielle de vapeur d'eau de l'air		-	
Déficit de pression saturante de vapeur d'eau de l'air	Traduit le degré de siccité de l'air, qui constitue le principal moteur de l'évaporation	-	
Rayonnement solaire incident diffus		-	
Rayonnement solaire direct		-	
Rayonnement infrarouge thermique incident		-	
Température de l'air		-	
Vitesse du vent	Moyenne annuelle	-	

8.3. Annexe C : Questionnaire.

Préparation des entretiens

Autour d'une heure, mais on peut demander plus

Garder un temps au début où on se présente. Toujours remercier à la fin et encore plus s'ils prennent de leur temps pour que l'entretien dure plus longtemps.

Semi directif.

Minimum 2 personnes par entretiens, maximum 3

Introduction :

- Présentation de ceux qui dirigent l'entretien (on se présente soit même, formation AgroTIC et notre rôle dans le projet).

Etablir le profil de l'interviewé :

- Présentez vous en quelques mots.
- Pourriez-vous nous expliquer rapidement votre parcours professionnel ?
- Précisez votre métier :
 - Quelles sont vos missions ?
 - Quels outils (numériques ou non) utilisez-vous ? A quelle fréquence ?
- Quelle est pour vous une journée type ?
- Quels sont pour vous les principaux défis à relever dans votre filière ?

Forêts-21 :

Transition : Nous sommes ici pour travailler sur un nouveau projet de mise en place d'une application web de gestion d'exploitation sylvicole, qui prend en compte les dérèglements climatiques. Pour cela, nous nous intéressons à Forêts-21.

- Connaissez-vous Forêts-21 ?
- Utilisez-vous Forêts-21 et si oui dans quel but ?
 - Si oui :
 - Quelles sont les fonctionnalités que vous utilisez le plus ?
 - Quels sont les obstacles que vous rencontrez le plus ?
 - Si non, pourquoi ?
- Si on devait améliorer des choses, quelles sont les fonctionnalités auxquelles vous pensez ?

Besoins de l'application web :

Transition : Nous aimerions beaucoup avoir votre avis sur le type d'application que nous allons tenter de développer.

Logiciel de gestion - Général

- Que cherchez-vous dans un logiciel de gestion d'exploitation sylvicole ?
- Quelles seraient vos 3 plus grandes utilisations de ce genre de plateforme ?

ANALYSE DES BESOINS

- Quelles seraient vos attentes pour une telle plateforme ?

Paramétrage

- Quels sont les aspects que vous aurez besoin de paramétrer ? (itinéraire technique, essence , ...) => essence, sol, itinéraire technique, Scénario climatique
- Dans cette liste quelles sont les variables les plus importantes d'après vous =>
 - Biomasse
 - Carbone du sol
 - Dendrométrie
 - Eau dans l'arbre
 - Eau du sol
 - Evapotranspiration
 - Flux de chaleur et bilan d'énergie
 - Photosynthèse
 - Récolte
 - Respiration
 - Transfert radiatif
 - Variable météo
- Quel type de variables utilisez-vous actuellement ?

Potentiels usages

- On pensait faire une carte interactive, que voudriez-vous voir sur cette carte ?
- Est-ce qu'il vous serait utile d'avoir sur ce même outil d'autres informations comme par exemple une carte de réserve utile ?
- Auriez-vous besoin de planifier ? Si oui de quels paramètres auriez-vous besoin ?
- Dans quelle mesure avez-vous besoin de planifier des itinéraires (ITS) ? (échelle temporelle)
- **(exploitant)** Avoir des données sur l'impact du réchauffement climatique sur votre culture vous intéresse-t-il ?
- Est-ce qu'il y a des usages pour lesquels la forme de l'application aurait une grande importance ? Quelle forme en particulier (API, application mobile, site web responsive) ?

Fonctionnalités avancées

- Auriez-vous l'utilité d'avoir un itinéraire favori ?
- Auriez-vous besoin d'exporter des données ?
 - Si oui, de quels formats auriez-vous besoin pour exporter vos données ?
- Est-ce que vous voulez pouvoir exporter la carte d'exploitation sylvicole ?
- **(chercheurs)** De quels types de statistiques auriez-vous besoin ?

8.4. Annexe D : Template compte rendu des entretiens.

Interviewers :

Profil : [Profil de l'utilisateur]

- Nom :
- Prénom :
- Tranche d'âge :
- Profession :
- Aisance avec l'informatique (Oui/Non + explications) :
- Utilisateur de Forêts-21 (Oui/Non + explications) :
- Autre :

[Rédiger aussi les réponses aux questions de la partie "Etablir le profil de l'interviewé"]

Tableau des besoins formulés :

[EXPLICATION DU REMPLISSAGE DU TABLEAU]

- Besoin formulé/insinué par la personne interrogée - Quel besoin ? : Reporter le besoin exprimé avec la formulation utilisée par la personne interrogée
/!\ mettre entre parenthèses et en bleu le ressenti qu'on a eu sur la réponse de la personne (il semblait pas sûr, elle était très enthousiaste, ...)
- Besoin formulé/insinué par la personne interrogée - Pourquoi ce besoin ? : Reporter l'utilité du besoin avec la formulation utilisée par la personne interrogée
- Traduction du besoin (mots-clés) : utiliser des mots-clés pour reformuler/standardiser le besoin (ex: je veux voir quelque chose ⇒ visualisation de quelque chose)
- Importance du besoin : importance du besoin pour la personne interrogée avec des + et des -
Très important : + +
important : +
moyennement important : =
peu important : -
pas important : - -

Exemple :

Traduction du besoin (mots-clés)	Besoin formulé/insinué par la personne interrogée		Importance du besoin
	Quel besoin ?	Pourquoi ce besoin ?	
Graphiques Rendement Itinéraire technique	"Je voudrais pouvoir voir si le rendement il augmente ou baisse au cours du temps" (Il a mimé une évolution croissante ou décroissante avec ses mains)	"...parce que ça me permet de choisir le meilleur itinéraire technique"	"ce serait quand même <u>super pratique</u> " (il a vraiment insisté là dessus, il l'a dit plusieurs fois) ++

ANALYSE DES BESOINS

Prise de note de l'entretien : [Prise de note de l'entretien tel quel pour pouvoir s'y référer plus tard si besoin]

8.5. Annexe E : Identités des personnes du tableau de centralisation des besoins.

Personne A : Marine BAILLY
Personne B : Sébastien DIAZ
Personne C : Loïc COTTEN
Personne D : Thierry CHÉRÈQUE
Personne E : Alex POUSSE
Personne F : Guillaume GRIGAUT
Personne G : Emmanuel de MONTBRON