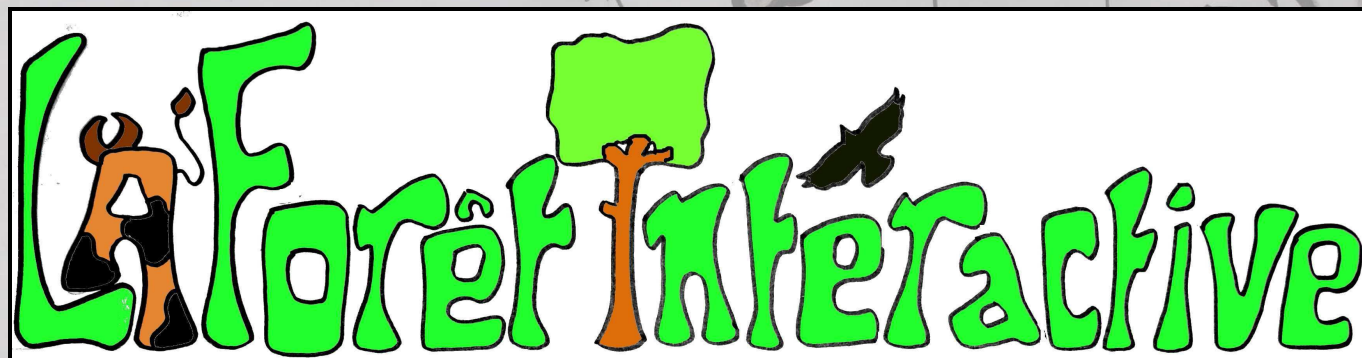




FORMATION DES INGÉNIEURS FORESTIERS



Outil de modélisation d'accompagnement

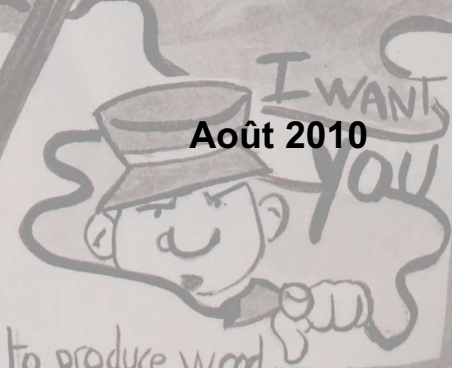


Application au cas de l'aménagement forestier

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Zoë LEFORT
FIF 18^{ème} Promotion
2006 – 2010

Août 2010





Logo "LaForêtInteractive" & image de couverture :
conception Zoë Lefort

AgroParisTech - ENGREF

To produce wood

Outil de modélisation d'accompagnement



Application au cas de l'aménagement forestier

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Zoë LEFORT
FIF 18ème Promotion
2006 – 2010

Août 2010

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE DE LA FIF

Formation des Ingénieurs forestiers de l'ENGREF Agro Paris Tech	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Outil de modélisation d'accompagnement "LaForêtInteractive" Application à l'aménagement forestier	Mots clés : Aménagement forestier ; modélisation d'accompagnement ; système multi-agents ; jeu de rôle ;
AUTEUR(S) : Zoë Lefort	Promotion : 18ème 2006 - 2010

Caractéristiques : 1 volumes ; 71 pages ; 17 figures ; 37 annexes ; 0 cartes ; bibliographie.

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Parc Naturel Régional du Luberon
 Unité d'écodéveloppement INRA AgroParisTech - ENGREF
 Réseau des Réserves de Biosphère (UNESCO)
Nom du responsable : Gilles Martinez ; Michel Etienne ; Eric Lacombe
Fonction : Ingénieur CRPF ; Chercheur ; Enseignant chercheur

Nom du correspondant ENGREF (pour un stage long) : Eric Lacombe

Tronc commun ☐ Option ☐ D. d'approfondissement ☐	Stage en entreprise ☐ Stage à l'étranger ☐ Stage fin d'études ☒ Date de remise :	Autre ☐
---	---	--------------------------------

Contrat avec Gref Services Nancy ☐ OUI ☒ NON

SUITE À DONNER (réservé au service des études)

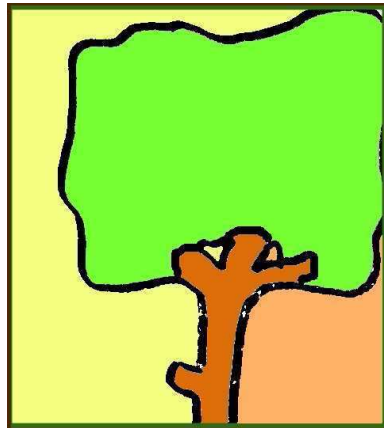
- ☐ Consultable et diffusable
- ☐ Confidentiel de façon permanente
- ☐ Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable

Résumé

Le groupe "forêt" des réserves de biosphère a souhaité mettre en place un outil visant à favoriser la compréhension entre les différents acteurs d'un même espace forestier. Pour cela il a été décidé d'utiliser la méthode du jeu de rôle s'appuyant sur un support informatique, permettant de représenter virtuellement l'univers de jeu et son évolution au grès des décisions prises par les joueurs. L'outil de formation appelé "LaForêtInteractive" est développé à partir d'une forêt réelle, la forêt domaniale de Pélicier dans les Alpes de Haute Provence (04). Il propose aux participants d'aménager la forêt de Pélicier sur le principe de l'aménagement continu. Cette étude a permis la définition d'une représentation commune pour tous les acteurs de la forêt de Pélicier, de poser les règles du jeu et de commencer à mettre en place un certain nombre d'outils d'animation dont une première ébauche du support informatique.

Summary

The "forest" working group of biosphere reserves, from the programme "Man and Biosphere" of UNESCO, wanted to produce a companion modelling approach in order to enhance communication between all the stakeholders of one forest. We have constructed a role-playing game where players have to decide of the working plan and manage the forest, with different roles: forester, cattle-raiser, representative of a the natural regional parc of Lubero. An informatic support enable to depict the forest and its evolution in the future according to players's decisions. This tool is named "LaForêtInteractive" and is developped from a real forest, the forest of Pélicier in the french district of *Alpes de Haute Provence*. This study gave the opportunity to set a co-constructed picturing of the forest, to set the playing rules and to begin to establish some animation tools for the games, included a first version of the playing software.



Remerciements

Cette partie concernant les remerciements est traditionnelle pour les mémoires, thèses et autres rapports de stage. Et ce n'est pas pour rien : la réussite de tout stage dépend d'un grand nombre de personnes autres que le seul stagiaire, et le mien ne fait pas exception à la règle. Ainsi cette page est pour moi la page **la plus importante de mon mémoire...** Si elle paraît dense, je demanderais toutefois au lecteur de prendre quelques minutes pour la lire en entier !

Alors commençons par le commencement, ceux qui m'ont proposé ce stage. **Éric Lacombe**, grâce à qui j'ai eu un stage de fin d'étude avant même d'y avoir pensé, et qui m'a accompagné malgré la distance tout au long du stage, jusqu'à la production de ce mémoire et la soutenance orale. Ses conseils avisés m'ont été précieux.

Le groupe "forêt" des réserves de biosphère à l'origine de ce stage, et parmi ce groupe **Aline Salvaudon** qui devait à l'origine être maître de stage mais qu'un heureux événement a empêché, et surtout **Michel Etienne**, qui a eu la patience de m'aider à produire le modèle et de coder ce que j'ai imaginé et ce malgré les cheveux qu'il s'est arrachés face à "l'usine à gaz" que je lui ai proposé...

Enfin, **Gilles Martinez** qui a assuré avec réussite son rôle de maître de stage bien que le sujet lui semblait à la base aussi obscur qu'à moi ! Je le remercie particulièrement pour les efforts qu'il a faits pour me permettre de découvrir d'autres horizons, du CRPF à la cuisine italienne.

Ensuite, les différentes personnes rencontrées au cours du stage. La bonne entente avec **le personnel et les stagiaires du parc naturel régional du Luberon**, mon lieu de vie et de travail, ont été un facteur majeur de la réussite de ce stage. En effet la bonne ambiance quotidienne permet d'envisager avec sérénité le travail professionnel. J'adresserais un clin d'œil particulier à mes colocataires du troisième étage de la maison du parc ; **Beubeu** pour la découverte des bières de ch'Nord, **Clemclem** et son habitude de finir tous ses mots en "o", **Denis** dont la compétence au crachat de noyaux d'olives a presque supplanté celle à la pétanque, **Gwen** qui s'était tellement attachée au poisson rouge Georgy-georges, et les nombreux cafards, puces et araignées préservés pour la biodiversité du milieu. Et aussi les locataires qui sont restés moins longtemps, Colin, Lucie et Maëlle.

Un paragraphe pour les personnes avec qui j'ai participé aux inventaires, **personnel de l'ONF et stagiaire**. La prise de renseignements et la découverte de la forêt de Pélicier auraient été beaucoup moins agréables sans l'organisation de **Michel (Ingrand)**, les blagues de François, les chansons de **Jean-Paul** et la bonne humeur de tous. Un merci tout particulier à **Gérard**, dont la disponibilité, la gentillesse et la sympathie ont agrémenté les 6 mois de mon étude. Merci aussi à **Michel (Barbey)** pour les réponses qu'il a apportées à mes questions d'aménagement ! Ces nombreuses visites à l'ONF de Manosque ont été précieuses pour ma formation personnelle.

Je remercie aussi tous les copains, camarades d'école qui ont été ponctuellement un support technique extrêmement utile : **Sylvaing, Nico, Mona, Margot, Camille**. Merci aussi à **ceux du projet gestion forestière de décembre** qui ont bien entamé la récolte de données sur la forêt de Pélicier malgré une chef de projet tyrannique !

Et je finis avec une dédicace spéciale à **mes parents**, sans qui aucune de mes études n'aurait pu être possibles. Ils m'ont soutenue techniquement et moralement, malgré les tickets de trains et plumes de basse-cour avec lesquels j'encombre leurs cartons de déménagement.

Merci à tous !

Sommaire

Remerciements	1
Table des figures.....	5
Index alphabétique des sigles utilisés	6
Introduction.....	7
Partie A : Contexte, pourquoi mettre en place LaForêtInteractive	9
I. Un besoin.....	9
1. La multifonctionnalité des forêts est exacerbée en région méditerranéenne.	9
2. La difficile communication entre les différents acteurs.....	9
II. Le réseau des réserves de biosphère cherche à répondre à ce besoin	10
1. Présentation des Réserves de Biosphère	10
2. Le groupe "Forêt" des réserves de biosphère française	11
3. Le PNR du Luberon, collectivité territoriale porteuse de la réserve de biosphère Luberon- Lure 12	
III. La demande telle que formulée au début de l'étude : cahier des charges.....	13
Partie B : Représenter Pélicier	17
I. Présentation sommaire de la forêt de Pélicier	17
II. Repère méthodologique pour concevoir une représentation commune de la forêt	18
1. Trouver des informations	18
2. Présentation de la méthode Acteurs Ressources Dynamiques Interactions (ARDI) et du Collectif ComMod	20
3. Méthode utilisée pour concevoir le modèle sur Pélicier	21
III. De la tentative d'exhaustivité au choix de trois enjeux pour le "cœur de jeu"	21
1. Représenter toutes les problématiques majeures liées à Pélicier	21
2. Les 3 enjeux "cœur de jeu"	24
Partie C : Conception du jeu de rôle	30
I. Éléments généraux pour le déroulement de LFI.....	30
1. Quel territoire ?	30
2. Quel public ?	31
3. Déroulement de LFI	32
II. Le déroulement du jeu de rôle (phase 2).....	34
1. Un déroulement inspiré du principe d'aménagement continu	34
2. Les règles de jeu.....	35
3. Explication du choix du déroulement du jeu	38
4. Avoir des représentations adaptées à chaque joueur.....	38
5. L'animation, élément crucial de LaForêtInteractive	39
Partie D : Conception du support informatique	41
I. Introduction : comment créer le modèle informatique ?	41
II. Choix architecturaux et import des données initiales pour l'univers de jeu	41
1. Représentation des ressources identifiées dans la partie B	41
2. Import de la base de données de départ	44
3. Représentation graphique et choix de la taille du pixel	45
III. Simulation de la dynamique naturelle	47
1. Transcription de la dynamique identifiée en partie B.	47

2. Validation du choix des règles	48
IV. Récapitulation des modélisations par enjeu	49
1. Enjeu forestier	49
2. Enjeu pastoral.....	52
3. Enjeu environnemental	53
V.Actions communes et autres enjeux	55
Partie E : Résultats, bilan et perspectives.....	59
I. Résultats au 18 Juillet, date de fin de stage	57
1. Conception du jeu de rôle et du support informatique.....	57
2. Boîte à outils de l'animateur.....	57
3. Documents pour une reprise de la conception du jeu	58
II. Améliorations à réaliser à court et à moyen terme	59
1. Améliorations à court terme.....	59
2. Améliorations à moyen terme	59
III. Perspectives.....	59
IV. Critiques du travail réalisé et apports personnels du stage	60
1. Réflexions et critiques sur les choix et méthodes utilisés au cours du stage	60
2. Apports personnels du stage	62
Conclusion.....	64
Références bibliographiques	67
Liste des contacts.....	71
Liste des annexes : rappel	
<i>Annexes 1 Fiches de relevés.....</i>	<i>71</i>
<i>Annexe n°1a : Fiche de relevé dendrologique</i>	<i>72</i>
<i>Annexe n°1b : Notice de la fiche de relevé dendrologique</i>	<i>73</i>
<i>Annexe n°1c : Fiche de relevé pastoral</i>	<i>74</i>
<i>Annexe n°1d : Notice de la fiche de relevé pastoral</i>	<i>75</i>
<i>Annexe n°1e : Fiche de relevé de l'IBP.....</i>	<i>76</i>
<i>Annexes 2 Guides d'entretiens</i>	<i>77</i>
<i>Annexe n°2a : Guide d'entretien éleveur</i>	<i>78</i>
<i>Annexe n°2b : Guide d'entretien forestier.....</i>	<i>79</i>
<i>Annexe n°2c : Guide d'entretien chargé de mission Natura 2000 au Parc Naturel Régional du Lubéron.....</i>	<i>80</i>
<i>Annexe n°2d : Guide d'entretien avec Christophe Giteau, exploitant forestier.....</i>	<i>81</i>
<i>Annexe n°2e : Guide d'entretien avec Christian Pesce, président de la Diane de Manosque.....</i>	<i>82</i>
<i>Annexe n°2f : Guide d'entretien avec Michel Martinet, président du Comité du Patrimoine Manosquin.....</i>	<i>83</i>
<i>Annexe n°2g : Guide d'entretien avec Benoît RAYMOND, pôle DFCI à l'ONF.....</i>	<i>84</i>
<i>Annexe n°2h : Guide d'entretien avec Pierre Jean, adjoint au maire de Manosque, chargé environnement.</i>	<i>85</i>
<i>Annexe n°2k : Guide d'entretien éleveur 2.....</i>	<i>86</i>
<i>Annexe n°2i : Guide d'entretien avec Bénédicte Beylier, ingénieur au CERPAM.....</i>	<i>87</i>
<i>Annexe n°2j : Guide d'entretien avec François Basset, chef de triage ONF.....</i>	<i>88</i>
<i>Annexes 3 Schémas récapitulatifs par enjeux</i>	<i>89</i>
<i>Annexe n°3a : Production de bois</i>	<i>90</i>
<i>Annexe n°3b : Pastoralisme.....</i>	<i>91</i>

<i>Annexe n°3c : Environnement.....</i>	92
<i>Annexe n°3d : Défense des forêts contre l'incendie.....</i>	93
<i>Annexe n°3e : Chasse.....</i>	94
<i>Annexe n°3f : Accueil du public.....</i>	95
<i>Annexes n°4 Kit animation.....</i>	96
<i>Annexe n°4a : Aménagement continu de la forêt de Pélicier</i>	97
<i>Annexe n°4b : Guide de jeu forestier.....</i>	98
<i>Annexe n°4c : Guide de jeu typologie commune</i>	99
<i>Annexe n°4d : Fiche joueur Bail pastoral</i>	100
<i>Annexe n°4e : Fiche joueur Calendrier de travaux et coupes</i>	101
<i>Annexe n°4f : Fiche joueur Calendrier de pâturage.....</i>	102
<i>Annexe n°4g : Fiche communication sur LFI.....</i>	103
<i>Annexes n°5 Documents techniques.....</i>	104
<i>Annexe n°5a : Dynamique naturelle</i>	105
<i>Annexe n°5b : Actions des joueurs.....</i>	106
<i>Annexe n°5c : Obtention de la base de données de départ.....</i>	107
<i>Annexe n°5d : Calcul des valeurs et indicateurs</i>	108
<i>Annexe n°5e : Lexique de LaForetInteractive (modèle informatique).</i>	109
<i>Annexe n°5f : Choix de la taille des cellules de base.....</i>	110
<i>Autres annexes</i>	111
<i>Annexe n°6 : Document récapitulatif de l'avancement de la conception de LFI au 18 Juillet 2010.....</i>	112
<i>Annexe n°7 :Lisez-moi du CD-ROM laissé au PNRL.....</i>	113

Table des figures

Figure 1 : présentation des objectifs des réserves de biosphère. Source <i>http://mab-france.org</i>	10
Figure 2 : zonage des RB. Source <i>http://mab-france.org</i>	11
Figure 4 : périmètre du PNR du Luberon. Sources <i>www.parcduluberon.fr</i>	13
Figure 5 : déroulement d'une session de formation de "LaForêtInteractive"	14
Figure 6 : localisation de la forêt de Pélicier	17
Figure 7 : Maillage de l'inventaire réalisé par l'ONF en forêt domaniale de Pélicier. 25 % des points font l'objet d'un relevé IBP. Sources : PNRL (scan 25), ONF (parcellaire et maillage). Réalisé avec ArcGis.	20
Figure 9 : diagramme des ressources.....	25
Figure 10 : diagramme des acteurs, des entités de gestion et des interactions	27
Figure 11 : diagramme de la dynamique	27
Figure 12 : En jaune, le secteur "nord" envisagé à la base. En orange, le secteur dit "du château" retenu pour la première version de LFI. Sources : PNRL (scan 25), ONF (parcellaire). Réalisé avec ArcGis.	31
Figure 13 : organisation de la salle lors du déroulement du jeu de rôle.....	33
Figure 14 : la plate-forme CORMAS, avec le modèle "LaForetInteractive"	41
Figure 15 : récapitulatif de la manière dont sont représentés les principaux éléments identifiés en partie B.	43
Figure 16 : modélisation de la dynamique naturelle appliquée à la typologie commune	48
Figure 17 : Affectation de la dynamique naturelle par les actions des joueurs. Les flèches bleues correspondent à l'action des joueurs.....	50

Index alphabétique des sigles utilisés

- CERPAM : Centre d'études et de réalisations pastorales Alpes-Méditerranéennes
- CIRAD : Centre de coopération international pour la recherche et le développement
- CRPF : Centre régional de la propriété forestière
- DFCI : Défense de la forêt contre l'incendie
- DIRLAM : Directive régionale d'aménagement
- DOCOB : Document d'objectifs
- DRA : Directive régionale d'aménagement
- FD : Forêt domaniale
- IBP : Indice de biodiversité potentielle
- IFN : Inventaire forestier national
- LFI : LaForêtInteractive
- LPO : Ligue de protection des oiseaux
- MAE : Mesure agro-environnementale
- MAET : Mesure agro-environnementale territorialisée
- ONF : Office national des forêts
- PACA : Provence-Alpes Côte d'Azur
- PDPFCI : Plan départemental de protection des forêts contre l'incendie
- PHAE : Prime herbagère agro-environnementale
- PMPFCI : Plan de massif de protection de la forêt contre l'incendie
- PNA : Pin noir d'Autriche
- PNRL : Parc naturel régional du Lubéron
- RB : Réserves de biosphère
- UNESCO : United Nations Educational, Scientist, and Cultural Organisation
- ZPS : Zone de protection spéciale

Introduction

J'ai eu la chance de partir en stage long à l'étranger, en Chine et en Tunisie, et de comparer mon expérience avec d'autres de mes camarades de promotion partis dans d'autres pays. Un des éléments marquants que j'ai pu remarquer est l'attachement particulier que nous avons en France pour la multifonctionnalité des forêts par comparaison avec un modèle plus anglo-saxon où la séparation géographique des fonctions est beaucoup plus marquée. Cela est du de mon point de vue à la superficie relativement réduite de la France qui exclue de dédier de grands espaces à une seule fonction, car on retrouve la même notion de multifonctionnalité dans d'autres pays peu étendus, comme la Suisse par exemple.

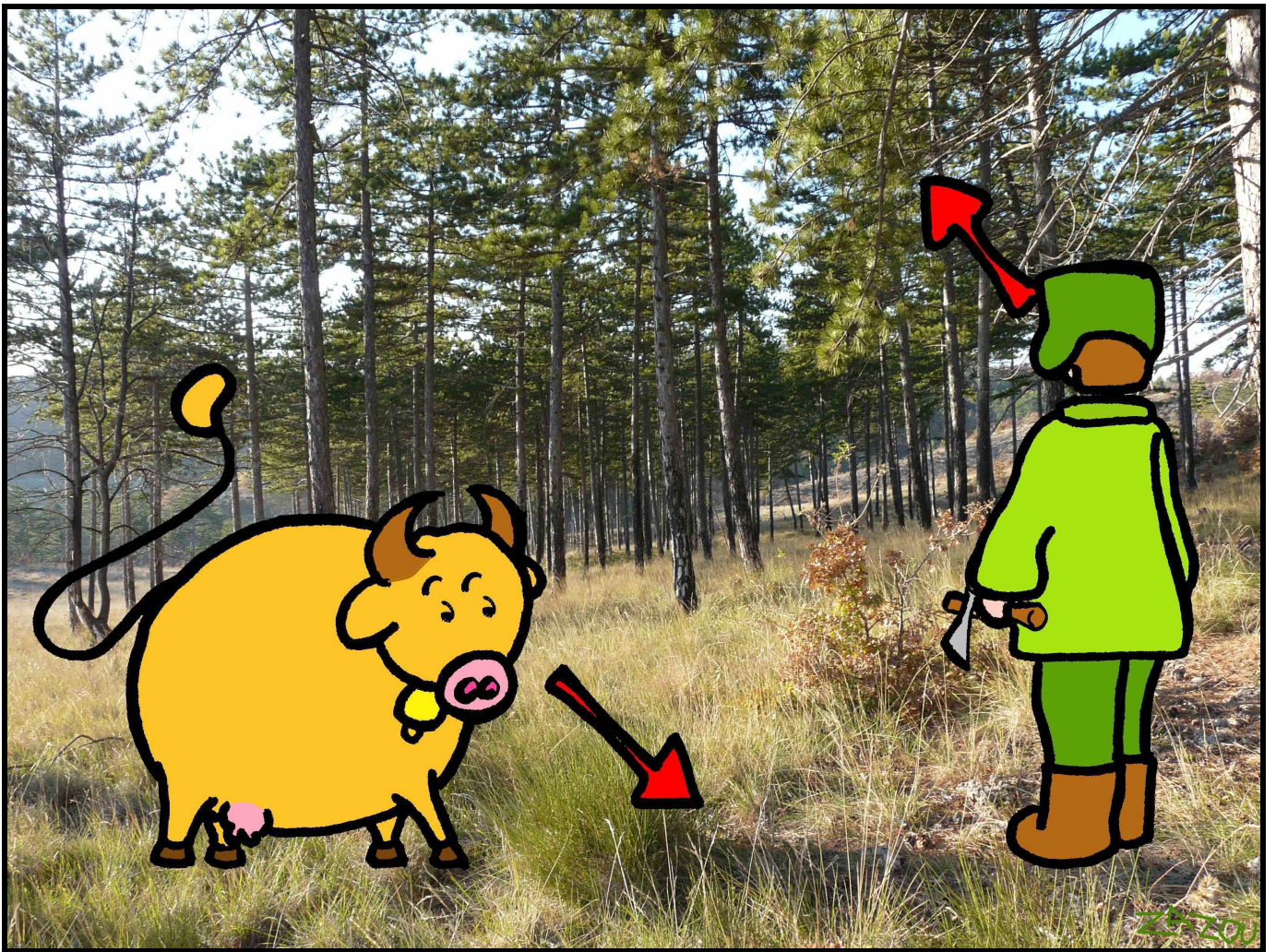
Mais qu'est-ce que la multifonctionnalité ? Comme toute notion très utilisée et "à la mode", sa définition peut changer d'un endroit, d'un contexte à l'autre. Décomposons ce mot : "multi" vient du latin "*multus*" qui signifie "en grand nombre" et "fonctionnalité" vient de "fonction", qui peut avoir plusieurs sens : une définition rencontrée pour ce mot qui nous a semblé intéressante est "activité exercée par un élément vivant dans l'ensemble dont il fait partie". Nous serions donc attachés en France à maintenir le fait que la forêt "exerce un grand nombre d'activité dans l'ensemble dont elle fait partie". Nous pouvons citer un grand nombre "d'activités" de la forêt, comme le maintien d'une certaine biodiversité, la production de bois, la protection de certaines ressources comme l'eau... Nous développerons plus loin dans ce document ces points ; il est intéressant de revenir sur "l'ensemble dont fait partie" la forêt, et plus particulièrement l'ensemble "humain" de la forêt.

En effet ce qui fait la pluralité des services rendus par la forêt est sa perception différente par les acteurs ainsi que leur attachement différent aux ressources qu'elle produit. Et afin d'exploiter ces ressources, ces acteurs gèrent cet espace d'une façon très variée. Ainsi il existe ce qu'on peut appeler un "environnement social" de la forêt, constitué de tous les acteurs qui gèrent et exploitent la forêt et s'en font représentation en conséquence. Les pratiques des uns ne sont pas celles des autres, et celles-ci, si elles peuvent s'organiser de façon synergique, se trouvent bien souvent en confrontation les unes avec les autres. La plupart du temps ces différents sont dus à des problèmes d'incompréhension des acteurs entre eux : le grand "ensemble social" de la forêt n'est pas compris par tous ses acteurs d'une façon globale, mais bien de façon individuelle par chacun d'eux. Cette incompréhension implique donc des conflits, et ces conflits ont deux conséquences majeures. La première est un gaspillage de la ressource, qui peut être du à la séparation dans l'espace ou dans le temps de deux activités pouvant en réalité s'exercer en même temps sous réserve de pratiques coordonnées (la chasse et le pastoralisme par exemple). La seconde est une baisse du bien être des individus induite par des conflits pouvant affecter leurs santé morales.

Afin de remédier à ces deux conséquences néfastes pour la société de nombreux moyens d'aide à la communication existent et sont développés : il peut s'agir de séminaires de formation, de journées d'échanges, de simples réunions entre acteurs d'un même espace... La plupart du temps l'utilisation d'un médiateur, intermédiaire "neutre" et extérieur à la situation est une excellente solution. Des outils plus originaux peuvent aussi être mis en place, et c'est l'un des deux dont nous proposons de suivre la mise en place dans ce mémoire. Il s'agit d'un outil dit de "modélisation d'accompagnement", dans ce cas précis un jeu de rôle où les joueurs viendraient jouer à simuler la réalité qui évolue d'une manière accélérée selon leurs décisions, afin de susciter un débat. Le fait d'imaginer une gestion et sa conséquence sans qu'elle ne soit réelle permet que les joueurs aient un terrain d'échange similaire à la réalité sans qu'il n'y ait d'impact sur la ressource.

Je propose donc dans le document que vous vous apprêtez à lire un bilan de la mise en place de d'outil de modélisation d'accompagnement "LaForêtInteractive", un jeu permettant à trois équipes de joueurs de rôle différent (éleveur bovin, forestier, représentant du parc naturel régional du Luberon) de simuler l'aménagement et la gestion de la forêt domaniale de Pélicier (04), et d'en mesurer les conséquences. Il s'agit d'un travail réalisé dans le cadre d'un stage de fin d'étude de la formation des ingénieurs forestiers (FIF), AgroParisTech, école interne École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF).

Partie A



Contexte : pourquoi mettre en place LaForêtInteractive

Cette partie détaille les raisons qui ont amené le groupe "forêt" des réserves de biosphère avec l'appui de l'unité d'écodéveloppement de l'INRA et d'AgroParisTech-ENGREF, à mettre en place cet outil de modélisation d'accompagnement qu'est "LaForêtInteractive". Il est également effectué un bref résumé des différents organismes impliqués dans ce stage, et quels sont les attentes de ces organismes.

Image : la forêt de Pélicier vue par deux utilisateurs bien différents.... (Crédit photographique, dessin et montage Zoë Lefort)

I. Un besoin

1. La multifonctionnalité des forêts est exacerbée en région méditerranéenne.

La multifonctionnalité des forêts en France est un concept qui peut paraître évident. En effet que des espaces si importants en termes de superficie puissent être entièrement dédiés à une cause unique semble être difficile à concevoir. L'étude menée conjointement par le FCBA, l'École Normale Supérieure de lettres et de sciences humaines de Lyon et l'INRA ayant pour titre "Contribution à l'élaboration d'une approche stratégique de la multifonctionnalité de la forêt" indique d'ailleurs *"Les types de gestion forestière diffèrent beaucoup d'un endroit à l'autre et d'une époque à l'autre, mais la forêt, elle, a toujours dû répondre à une diversité de besoins locaux, besoins qui se retrouvent plus ou moins dans la logique de gestion pratiquée, que se soit une logique utilitariste, patrimoniale ou publique."* (Arnould et Calugaru, 2008).

Cependant cette multifonctionnalité est un concept extrêmement large et pouvant se décliner en une infinité de situations particulières. Il est possible de définir la multifonctionnalité des forêts par opposition à la monofonctionnalité. La fonction généralement attribuée à la forêt d'une façon monofonctionnelle est la production de bois, bien que de nos jours cette monofonctionnalité puisse aussi être la fonction de préservation d'une naturalité avec les réserves biologiques intégrales. Ainsi le forestier est souvent vu comme un acteur dont la tâche principale est celle de produire du bois de qualité, alors que celui-ci au contraire met un point d'honneur à affirmer qu'il aménage et gère les forêts de façon multifonctionnelle.

C'est particulièrement lorsque la fonction de production de bois tend à s'amoinrir, à cause du manque de rentabilité économique de celui-ci dans des contextes où la qualité, le volume de bois ou bien l'accessibilité des espaces laissent à désirer, que les autres fonctions de la forêt prennent proportionnellement de l'importance et donc que la multifonctionnalité de même.

La région méditerranéenne présente une proportion importante de forêt : 35 % pour la région PACA contre 26% pour l'ensemble de la France. Pourtant le ration récolte/accroissement biologique n'est que de 20 % alors que la moyenne nationale est comprise entre 56 et 65 %. Cela est du à la relative jeunesse de ces peuplements, et à une proportion d'espaces "peu productifs" (inaccessibles, mauvaises stations). C'est pour cela que ces forêts ayant un enjeu "production de bois" moins élevé peuvent être un laboratoire propice à la mise en place d'outils originaux concernant l'organisation des différentes fonctions de la forêt.

Ainsi les forêts méditerranéennes sont des espaces où des acteurs revendiquant des aspects d'utilisations non sylvicoles ont une visibilité plus importante qu'ailleurs. Or ici comme ailleurs les forêts sont gérées par des forestiers, surtout dans le domaine public. Se pose alors la question, comme dans toute démocratie, de bien cerner les attentes de chacun et de les prendre en compte tant que faire se peut et d'en favoriser **une compréhension mutuelle**, à défaut de trouver des solutions consensuelles dans tous les cas.

"Ce qui est certain est que ceux qui viennent de l'extérieur de la sphère forestière pour tenter d'imposer un modèle multifonctionnel, se heurtent aux forestiers qui affirment avoir toujours fait de la multifonctionnalité." (Arnould et Calugaru, 2008)

2. La difficile communication entre les différents acteurs

Selon l'article 1 du code forestier français, les forêts publiques, propriétés de l'État ou des collectivités, sont gérées par l'Office National des Forêts (ONF). Les forêts privées sont, elles, gérées par leur propriétaire qui peut en déléguer la gestion à une personne ou un organisme. La propriété, et la propriété forestière en fait partie, est un droit dont l'inaliénabilité a été acquis par la révolution française. Ainsi, le propriétaire est considéré comme tout-puissant concernant les décisions prises dans les limites cadastrales de sa propriété, tant qu'il respecte la loi (dans le cas forestier : contraintes sur le déboisement changeant la nature du terrain, contraintes sur les zones de plantations potentielles, ...).

Pour palier à cela il peut exister des systèmes plus ou moins efficaces pour réguler l'utilisation de ces espaces par d'autres utilisateurs que les propriétaires. Certains payants : baux de chasse ou pastoraux, contrats événementiels (course sportive, ...), d'autres non payants : par exemple la fréquentation par le

public, considérée par celui-ci comme un droit sans qu'aucun contrat entre le promeneur et le propriétaire. Ce qui peut être différents dans d'autres pays, comme la Slovaquie où les droits d'entrée en forêt des parcs naturels sont payants.

L'absence d'espace de rencontre officiel entre tous les utilisateurs d'une forêt entraîne souvent une incompréhension des attentes de chacun. Le cloisonnement des activités (que la plupart du temps tente pourtant de coordonner le gestionnaire forestier) et les différentes façons de raisonner de chacun selon les ressources forestières dont il a besoin débouche sur de nombreux conflits qui diminuent notablement la rentabilité de l'espace forestier, en plus de diminuer le bien-être des personnes concernées. En effet cela peut entraîner la séparation spatiale de certaines activités (par exemple le pastoralisme et la chasse) qui n'aurait pas lieu d'être si les acteurs trouvaient un terrain d'entente. Mais pour le trouver une compréhension réciproque des différents acteurs concernés est nécessaire.

Nous avons donc identifié ici le besoin d'un espace d'échange entre les différents acteurs d'une même forêt, en prenant appui sur une forêt méditerranéenne.

II. Le réseau des réserves de biosphère cherche à répondre à ce besoin

1. Présentation des Réserves de Biosphère



Le programme "Man And Biosphère" (MAB), lancé par l'UNESCO en 1971 vise à fournir des bases scientifiques permettant d'apporter des réponses appropriées aux problèmes de **développement durable des populations** et de **gestion des ressources naturelles**. Ainsi il encourage les recherches interdisciplinaires en sciences naturelles et sociales, les activités de démonstration et de formation en matière de gestion des ressources naturelles.

Ce réseau est présent sur le terrain grâce au réseau mondial des réserves de biosphère (RB).

Les réserves de biosphère sont des sites de démonstration du développement durable, mettant en application le programme MAB qui cherche à promouvoir un mode de développement économique et social basé sur la **conservation** et la **valorisation** des **ressources locales** ainsi que sur la **participation citoyenne**.



Figure 1 : présentation des objectifs des réserves de biosphère. Source <http://mab-france.org>

Les objectifs affichés des réserves de biosphère sont les suivants :

- Contribuer à la conservation des écosystèmes, des paysages, des espèces et de la variabilité génétique
- Encourager un développement économique respectant la nature et la culture locale
- Mettre en place des projets de recherche qui **aident à la gestion des territoires**
- Assurer une surveillance continue de l'environnement pour connaître l'état de la planète
- Encourager la formation et l'éducation
- Favoriser l'implication des populations dans la prise de décisions concernant leur région

Nous attirons l'attention sur les expressions en **gras** qui justifient le développement de l'outil présenté dans le cadre de cette étude.

Il y a à ce jour 531 réserves de biosphère dans 105 pays. Ce réseau coordonné par l'UNESCO favorise les échanges d'informations, d'expériences, et de personnels.

Les réserves de biosphère sont portées localement par des structures supports différentes : en France il peut s'agir par exemple de parcs naturels régionaux (PNR), de syndicats mixtes, de parcs naturels nationaux, d'associations...

Une réserve de biosphère se structure spatialement de la façon suivante :

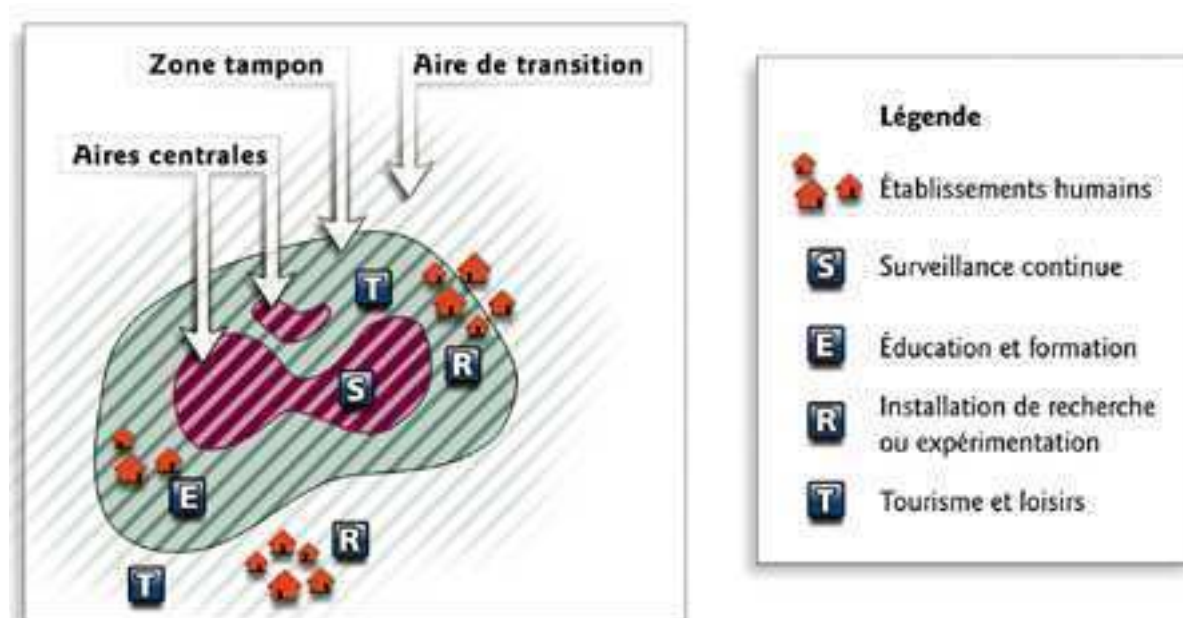


Figure 2 : zonage des RB. Source <http://mab-france.org>

La Figure 2 présente un zonage spatial assez clair alors qu'au sein d'une réserve de biosphère la séparation des activités est beaucoup moins tranchée.

2. Le groupe "Forêt" des réserves de biosphère française

Ce groupe est une plate-forme d'échanges entre les coordinateurs des réserves de biosphère et les gestionnaires forestiers, public et privés, des six réserves de biosphère métropolitaine qui comportent des forêts : les Cévennes, le Fango (Corse), le Luberon, le Mont Ventoux, le Pays de Fontainebleau, les Vosges du Nord.

Il vise à favoriser

- Les échanges d'informations au cours de réunions annuelles
- L'élaboration de projets communs d'étude et de suivi continu
- La mise en œuvre de la convention signée entre le comité MAB France et la direction générale de l'Office Nationale des Forêts (ONF).

Le groupe a notamment travaillé précédemment sur l'élaboration d'outils d'évaluation de la gestion forestière durable dans les réserves de biosphère. À présent le groupe travaille également sur les démarches participatives, afin de faire comprendre et partager l'approche multicritère de la gestion forestière. Dans cette optique, l'outil marteloscope a fait l'objet de réflexions.

Nota : Le marteloscope

Le marteloscope est une zone d'un hectare de forêt dans laquelle chaque arbre est numéroté et décrit (essence, diamètre, état sanitaire, intérêt biologique...). Le marteloscope permet d'effectuer un exercice fictif de martelage (opération au cours de laquelle on désigne les arbres à couper). Forestiers, mais aussi élus, naturalistes, techniciens, peuvent se former sur les marteloscopes et discuter autour de l'action la plus fondamentale de la sylviculture : le choix des arbres à abattre. Les résultats donnés à l'issue de l'exercice pour chaque participant permettent d'approcher les caractéristiques d'une gestion équilibrée des forêts : productrice de bois de qualité, soucieuse du renouvellement forestier mais aussi de la valeur biologique de chaque arbre ...

Le groupe forêt travaille actuellement à l'adaptation des marteloscopes aux forêts méditerranéennes et à leurs enjeux particuliers (sylvopastoralisme, incendie ...). En 2008 un stage de fin d'étude de la formation des ingénieurs forestier (FIF) a concerné l'adaptation du marteloscope en milieu méditerranéen et un autre en 2010 porte sur l'adaptation pédagogique de ce même outil.

La décision de marteler est l'une des plus importantes à prendre en termes de gestion forestière car elle façonne la forêt. Cette décision ainsi que de nombreuses autres est orientée et planifiée dans le document de gestion durable, aménagement ou plan simple de gestion, si la forêt en possède un. Nous avons précisé dans la partie précédente qu'il n'existait pas de lieu de rencontre officielle entre tous les utilisateurs d'une même forêt, aussi la rédaction de ce document est apparue comme l'occasion d'un échange entre ceux-ci et un support possible pour développer un outil de communication.

L'échange nécessaire entre les acteurs d'une même forêt identifié en partie I. 2. peut être facilité par certains outils, et la facilitation est d'autant plus importante que l'outil est ludique et porté par une structure apparaissant comme le plus "neutre" possible aux yeux des différents acteurs. C'est de cette constatation que vient l'idée d'un outil de modélisation d'accompagnement¹ prenant la forme d'un "jeu de rôle" visant à l'aménagement virtuel d'une forêt réelle, porté par une réserve de biosphère. Cela s'inscrit dans cette volonté de mise en place d'une **démarche participative pour faire comprendre et partager l'approche multicritère de la gestion forestière.**

Ainsi fut lancée l'idée de ce qui deviendra "**LaForêtInteractive**" (LFI), préalablement nommée "aménagementoscope" par rapprochement avec le "marteloscope".

3. Le PNR du Luberon, collectivité territoriale porteuse de la réserve de biosphère Luberon-Lure



Figure 3 : panneau d'entrée dans le PNR du Luberon. Source : www.parcduluberon.fr

La réserve de biosphère qui s'est portée volontaire pour se lancer dans l'aventure est la réserve de biosphère Luberon-Lure, portée par le Parc Naturel Régional du Luberon. Nous allons détailler ci-dessous quelques éléments clefs de ce territoire afin de fournir au lecteur le cadre de cette étude.

Le Luberon s'étend sur les départements du Vaucluse (84) et des Alpes de Hautes Provence (04) de la région Provence Alpes Côte d'Azur. Il couvre 185 000 hectares, 77 communes pour 170 000 habitants.

¹ "La « modélisation d'accompagnement » est une démarche permettant de faciliter des processus collectifs de décision, en proposant un travail d'explicitation des points de vue et des critères subjectifs auxquels se réfèrent implicitement, voire inconsciemment les différentes parties prenantes" (Extrait de la charte du collectif ComMod)



Figure 4 : périmètre du PNR du Luberon. Sources www.parcduluberon.fr

Le parc naturel régional a pour vocation de protéger et valoriser le patrimoine naturel, culturel et humain de son territoire en mettant en œuvre une politique innovante d'aménagement et de développement économique, social et culturel respectueuse de l'environnement. Parmi ses objectifs affichés, on trouve aussi l'expérimentation, on peut lire sur son site Internet "*Il [le PNR du Luberon] contribue à des programmes de recherche et a pour mission d'initier des procédures nouvelles et des méthodes d'actions qui peuvent être reprises sur d'autres territoires.*"

Pour plus de renseignements, voir <http://www.parcduluberon.fr> et notamment la charte disponible en téléchargement libre.

Nous avons donc posé le contexte, c'est-à-dire l'origine de la demande et le cadre pour la conception de la LaForêtInteractive. Nous allons maintenant détailler quels étaient les attentes des commanditaires de ce stage par rapport à la mise en place de cet outil, attentes qui ont débouchés sur la rédaction d'un cahier des charges pour le stage.

III. La demande telle que formulée au début de l'étude : cahier des charges

Dans le contexte décrit précédemment, les attentes des différentes réserves de biosphère concernant LaForêtInteractive étaient les suivantes (*extraits du compte-rendu de la réunion annuelle du groupe "forêt" des réserves de biosphère de 2008*)

« **Luberon** : Développer la réflexion sur la prise en compte de la biodiversité (le pâturage est déjà bien étudié). Travailler avec l'ONF sur un outil qui "colle à la réalité", afin de tester différents scénarii pour l'aménagement forestier.

Ventoux : faire comprendre à l'ONF l'intérêt de faire rentrer d'autres acteurs dans la gestion des forêts.

Fango : Outil qui permet de faire réellement discuter des gens autour de cas concrets, afin de gérer des crises ou de les désamorcer en utilisant des simulations.

Fontainebleau : faire comprendre la complexité de la réalisation d'un aménagement forestier multifonctionnel à des non-forestiers.

Cévennes : la première cible est les forestiers, pour améliorer la prise en compte d'autres acteurs et enjeux dans les documents de gestion. Le deuxième objectif est à l'inverse de faire comprendre aux autres acteurs la démarche de l'aménagement forestier. Les enjeux de la RB sont de valoriser la multifonctionnalité, et de favoriser la biodiversité forestière (notamment les bois morts et îlots de sénescence).»

Il est visible que la demande commune est celle d'un outil de communication entre les différents acteurs intervenants dans et autour d'une forêt, généralement séparés en deux parties : les forestiers d'un côté et les autres acteurs de l'autre. La multifonctionnalité est particulièrement mise en avant, et parmi ces fonctions, la prise en compte de façon appuyée de la fonction de réserve de biodiversité fait partie des demandes (Luberon, Cévennes).

Il est évoqué aussi l'idée de concevoir un outil réaliste afin que celui-ci soit utilisé comme appui technique par l'Office National des Forêts.

L'intitulé de l'étude est "**Élaboration d'un outil d'accompagnement de projet : adaptation au cas de l'aménagement forestier**".

Attardons-nous sur les deux points principaux de cet intitulé :

- "**Outil d'accompagnement de projet**" : le choix a été fait en amont du stage de concevoir un outil ludique, un "jeu de rôle". Les joueurs seront donc invités à endosser un rôle défini, chaque rôle ayant ses règles propres. Ces règles consistent à encadrer les prises de décision au cours du jeu par chacun des joueurs. Ce jeu s'appuie sur des outils d'animation. L'un d'entre eux revêt une importance particulière, il s'agit de la conception du support informatique représentant virtuellement la forêt via un système multi-agents (SMA). Ceci va permettre de représenter la forêt et toutes ses caractéristiques à l'instant initial (année 2010) et son évolution selon les décisions prises par les joueurs.
- "**Aménagement forestier**" : nous avons retenu tel que préconisé dans le cahier des charges de l'étude de simuler un aménagement dit "continu", différent d'un aménagement "classique" qu'on pourrait retrouver en forêt publique ou privée à l'heure actuelle. Le principe d'aménagement continu implique un contrôle fréquent d'une batterie d'indicateurs reflétant l'état de la forêt, et une révision ou une confirmation régulière des orientations de gestion en fonction de l'évolution des indicateurs. Ce principe a grandement influencé l'architecture de LFI ; il est détaillé en partie C.

Le cahier des charges précisait aussi que suite à un débat au sein du groupe "forêt" des RB, le choix avait été fait d'utiliser pour cet outil une **forêt réelle**, et non un état initial virtuel. L'état initial virtuel permet une facilité dans le remplissage de la base de données de départ, ainsi que l'assurance d'avoir une situation intéressante (c'est-à-dire étant suffisamment diversifiée, dont la gestion peut entraîner des interrogations et surtout des résultats très différents selon les décisions prises par les joueurs). Utiliser comme support une forêt réelle est un challenge supplémentaire, mais qui apporte une forte crédibilité et un impact plus fort sur les participants, la visite initiale de la forêt ancrant le jeu dans la réalité. La forêt retenue pour LaForêtInteractive est la **forêt domaniale de Pélicier** dans les Alpes de Hautes Provence (04). De plus une forêt réelle permet de mettre en place un outil techniquement utilisable par les aménagistes de l'ONF comme voulu par la réserve de biosphère Luberon-Lure.

Les résultats attendus pour la fin de l'étude étaient les suivants :

- Création du schéma conceptuel de la forêt de Pélicier, c'est-à-dire une représentation de la forêt
- Conception du jeu de rôle, c'est-à-dire édicter les règles, concevoir la partie informatique et imaginer l'animation d'un tel outil
- Test de l'outil lors d'une journée de formation et débriefing de ce test.

Les maîtres de stage pour ce stage ont été

- Gilles Martinez, animateur de la charte forestière pour le PNR du Luberon
- Michel Etienne, chercheur à l'INRA d'Avignon et spécialiste en systèmes multi-agent (SMA)
- Éric Lacombe, enseignant chercheur, AgroParisTech ENGREF, qui fait également fonction de référent ENGREF.

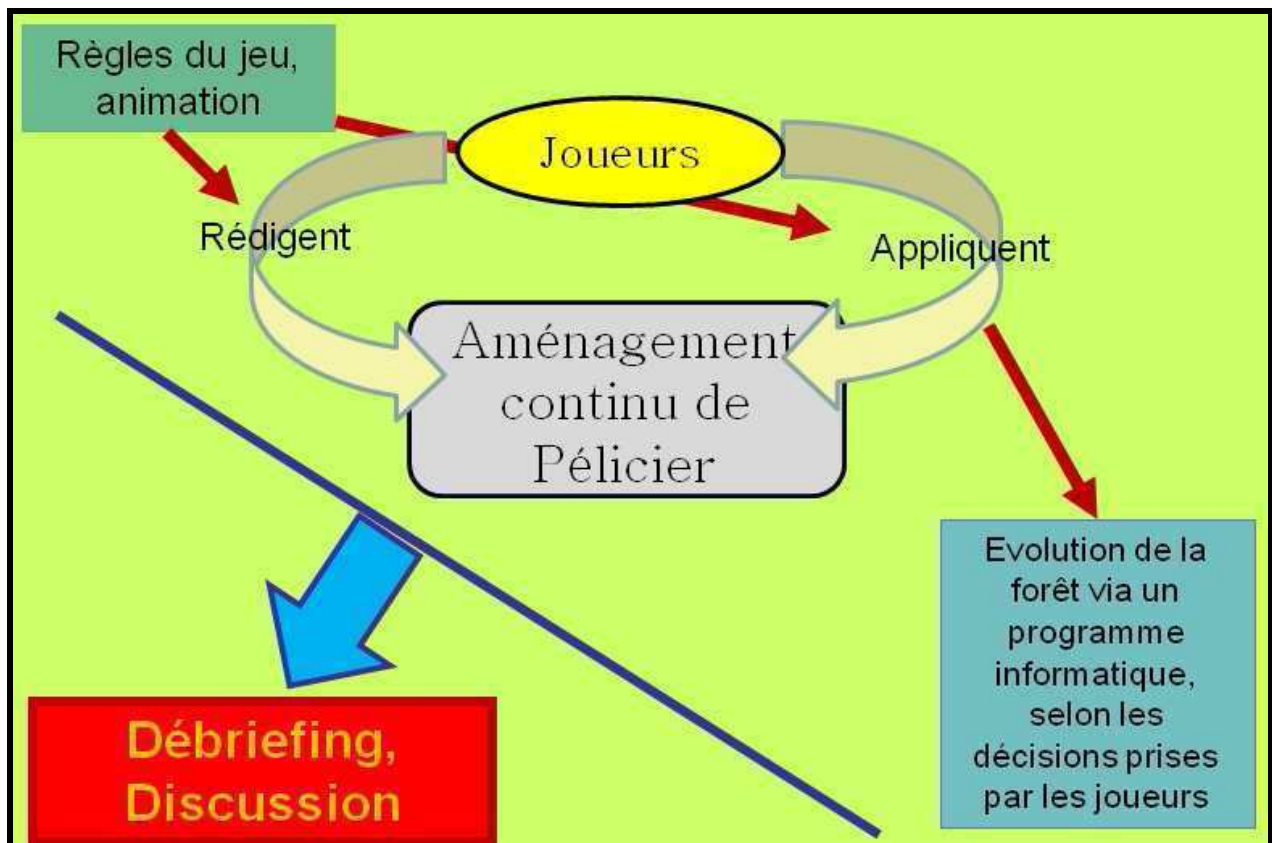


Figure 5 : déroulement d'une session de formation de "LaForêtInteractive"

En résumé LaForêtInteractive c'est :

Un outil de discussion, de communication, d'aide à la compréhension des enjeux multiples, pour

- Des forestiers, pour prendre en compte plus largement les enjeux autres que sylvicoles
- Des autres usagers, pour prendre conscience de la difficulté de rédiger et d'appliquer un aménagement multifonctionnel
- Des personnes plus « néophytes » mais intéressées par le contexte forestier, pour prendre conscience de la multifonctionnalité de la forêt

* * *

Partie B



Représenter Pélicier

Le but de cette étape du travail a été de collecter tous les éléments pouvant servir à cerner la forêt de Pélicier. Il peut s'agir :

- *De ses ressources (bois, fourrage, eau, biodiversité, esthétique...) et leur localisation, leur quantité, leur qualité.*
- *De ses acteurs (éleveur, forestier, naturaliste, promeneur, chasseur, pyromane...), leurs actions sur les ressources, leurs conflits*
- *Des conditions naturelles de la forêt : climat (précipitation, température, géologie), contraintes (pente, sécheresse), événements climatiques (tempête, incendie, inondations...)*
- *Des règles en vigueur dans la forêt : arrêté de protection, législation forestière, contrats, baux...*
- *Des entités spatiales présentes dans la forêt : chemins de randonnées, pistes DFCI, parcellaire forestier, cultures à gibier...)*

Et ceci afin de créer une représentation de l'environnement de jeu permettant l'implantation ultérieure d'un jeu de rôle, c'est-à-dire de simplifier l'univers de jeu, l'explicitier, le mettre à une échelle préhensible pour réfléchir à la modélisation possible.

Pour cela, nous avons procédé en trois étapes. Tout d'abord il a fallu collecter toutes les informations possibles sur Pélicier. Puis il a fallu les organiser, les sélectionner pour établir une représentation pertinente de la forêt. Enfin, nous avons choisi trois enjeux dans le cadre de ce stage que nous avons particulièrement approfondi.

La partie C de ce présent mémoire est organisée selon ces trois étapes, avec une première partie supplémentaire permettant au lecteur d'obtenir quelques informations générales sur la forêt domaniale de Pélicier.

Photo : Pins noirs de Pélicier au premier plan. En arrière plan, le village de Dauphin et les Préalpes du Sud. (Crédit photographique : Zoë Lefort)

PARTIE B Représenter Pélicier

I. Présentation sommaire de la forêt de Pélicier

Localisation

Située dans le département des Alpes de Haute Provence (04), la forêt domaniale de Pélicier couvre 1080 ha, et se situe sur le territoire de 5 communes :

- Manosque
- Mane
- Volx
- Saint Maime
- Dauphin



Figure 1 : localisation de la forêt de Pélicier

Du fait de sa nature domaniale il n'y a pas de problème de foncier.

La forêt est très proche de la ville de Manosque, en pleine expansion avec l'implantation du réacteur ITER. Cette proximité entraîne une grande fréquentation de Pélicier par la population citadine venant y chercher un peu de "nature".

Historique de la forêt

La forêt est aménagée depuis 1957.

Il s'agit d'une forêt "jeune", principalement issue des grands programmes de reboisement RTM en Pin noir d'Autriche, datant de 1900 à 1950 environ. Le but de ces reboisements était de lutter contre l'érosion due à une mise à nu des sols, l'objectif initial étant de reconstituer une ambiance forestière pouvant permettre ensuite le retour d'espèces autochtones.

Cette histoire à abouti à différents faciès de peuplements. La pinède de pins noirs est très représentée. Elle y côtoie la pinède de Pin d'Alep, espèce autochtone, ainsi que du taillis de chênes vert et pubescent. Il ya de nombreux endroits où l'on trouve un mélange de futaies de pins (noir et d'Alep) et de taillis (Chênes vert ou pubescent). Enfin on signale quelques gros chênes pubescents de franc-pied, généralement autour de ruines. Il s'agit probablement d'anciens arbres conservés autour des habitations produisant des glands pour les animaux, et pourquoi pas de l'ombre et une esthétique agréable pour les habitants.

L'aménagement en cours date de 1980. Il préconisait la gestion en futaie régulière. Il est intéressant de noter que l'aménagement précédent (1966 – 1985) préconisait des coupes jardinées à rotation de 15 ans, alors que l'aménagement de 1980 indique « Il semble évident avec le recul que la méthode par parquet complique la gestion, sans être nécessaire pour la réussite du pin noir. Aussi passera-t-on à la futaie régulière. »

NB : l'aménagiste actuellement en charge du renouvellement actuellement envisage de passer à la futaie irrégulière.

Contexte naturel

- Climat

Le climat est méditerranéen avec 870 mm de précipitations par an. La température moyenne est de 11,6°C, le nombre de jours de gelées de 64/an. Le relief est collinéen, les altitudes varient entre 425 et 720 m. Toutes les expositions y sont représentées dans des proportions relativement égales.

Il faut noter que la forêt de Pélicier est située dans une zone de transition entre un contexte d'arrière pays montagnard et un contexte de plaine méditerranéenne.

- Géologie

Les substrats datent de l'oligocène et du miocène. Ils sont constitués de calcaires en plaquettes, calcaire blanc dit « de vachère », calcaires marneux, gypses, et marnes. Le principal élément déterminant dans ce contexte géologique est la fissuration ou non de la dalle calcaire. Le substrat n'est jamais acide.

- Zonage de protection environnemental

On signale deux zonage spécifique : la zone Natura 2000 "Adrets de Montjustin – Les Craux – Rocher et crête de Volx", et un arrêté de protection de biotope.

II. Repère méthodologique pour concevoir une représentation commune de la forêt

1. Trouver des informations

Trois sources principales d'information ont été mobilisées :

- La bibliographie
- Les entretiens avec les différents utilisateurs ou personnes concernées par le territoire ou les enjeux de ce territoire
- L'inventaire réalisé avec l'ONF dans le cadre de la révision de l'aménagement forestier.

i. La bibliographie

Bien entendu, la bibliographie s'est avérée utile tout au long de l'étude.

De nombreuses informations initiales ont été tirées de documents techniques divers, sur Pélicier ou sur des zones englobant Pélicier, comme les études, rapports, mémoires s'intéressant à un aspect de la forêt (pâturage, dégât d'incendie, spot de biodiversité particulier...).

Ce sont ces documents qui ont été les plus utiles dans cette phase de la conception du jeu. D'autres documents nous ont servi dans des buts différents. La lecture de documents plus généraux nous a permis d'avoir un cadre pour notre étude, et des documents scientifiques et techniques nous ont permis de véritablement créer le modèle, comme nous le verrons dans les parties suivantes.

Nous rappelons que la bibliographie citée ou celle que nous avons jugée pertinente est signalée dans la partie "Bibliographie".

ii. Les entretiens

Afin de concevoir une représentation commune de la forêt, il a fallu rencontrer tous les acteurs concernés, afin de cerner leurs pratiques et leurs représentations de la forêt. Ces rencontres ont été organisées selon le principe de l'entretien semi directif.

Tous les guides ainsi que les comptes-rendus d'entretiens sont placés en annexe.

NB : une partie des entretiens a été réalisé lors du projet "Gestion Forestière" en Décembre 2009.

iii. L'inventaire

Pour cette étude nous avons eu la chance de bénéficier de l'inventaire préalable à la révision de l'aménagement de la forêt par l'Office National des Forêts (ONF). Il s'agit d'un inventaire systématique à maillage différencié, 75 m pour les pinèdes et 150 m pour les autres types de peuplements, principalement du taillis de chênes vert et blanc¹ avec sur étage ou non de pins. La différenciation de ce maillage a été basée sur une cartographie a été établie à partir des données issues de l'ancien aménagement et l'expérience de l'agent patrimonial de l'ONF.

Trois types d'informations ont été relevés lors de cet inventaire.

Des **informations "dendrologiques"**, concernant le peuplement en place d'un point de vue forestier. Il s'agit bien évidemment de la principale source d'informations pour l'aménagiste de l'ONF. Ces informations ont été relevées sur tous les points suivant une fiche de description portée en annexe. Cette fiche a été élaborée par l'aménagiste, en concertation avec les gestionnaires de la forêt (Michel Ingrand, Gérard Peyrotty) et des membres de l'ENGREF (Éric Lacombe, élève du projet GF et moi-même). Elle a été testée un certain nombre de fois sur le terrain avant d'être finalisée et présentée aux équipes d'inventaire. Cette fiche a été pensée de manière à avoir ensuite à disposition tous les éléments nécessaires pour le passage à la futaie irrégulière, tout en étant utilisable pour d'autres traitements.

Des **informations "pastorales"**, concernant la disponibilité et l'accessibilité des ressources. Cette fiche, qu'il est possible de trouver en annexe, a également été remplie pour chaque point d'inventaire. Je l'ai élaborée en concertation avec Jean-Paul Goursolas, stagiaire à l'ONF de Manosque sur le sylvopastoralisme sur Pélacier. Cette fiche a du être réalisée de manière à récolter les informations essentielles tout en réduisant au minimum le temps de saisie venant s'ajouter à l'inventaire initial. En effet il fallait que cette prise de données ne représente pas un surcoût horaire trop important pour les équipes de terrain, et aussi qu'elle soit adaptée à leurs capacités techniques : il est inutile de faire une fiche trop précise si elle n'est pas remplie de façon homogène par les différents notateurs. Ainsi c'est suite à un test de la fiche avec les équipes de terrain qu'il a été décidé d'évaluer le recouvrement herbacé sur un rayon de 3 m autour du centre de la placette, et non 15 m comme il était prévu au départ.. Nous avons aussi effectué un bref rappel sur les herbacées et simplifié leur classification. Tout comme la fiche dendrologique, cette fiche (*voir en annexe*) a été renseignée pour chaque point d'inventaire.

Des **informations "biodiversité"**. Le choix a été fait d'évaluer la biodiversité ordinaire par la méthode de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP), développé par Pierre Gonin et Laurent Larieu de l'Institut pour le Développement Forestier (IDF). En effet cet indice permet une évaluation rapide de la capacité du milieu à abriter une biodiversité dite "ordinaire". Deux problèmes se posaient pour l'application à l'inventaire de Pélacier :

- le fait que l'indice ne soit pas encore adapté à la région méditerranéenne
- le fait que le protocole d'inventaire soit systématique, l'IBP étant conçu pour une description à l'avancée.

Ces problèmes ont été résolus de la sorte

¹ Le Chêne blanc est la dénomination locale du Chêne Pubescent. Nous utiliserons indifféremment l'une ou l'autre des appellations au cours de ce mémoire. En effet "pubescent" est le nom vernaculaire officiel, mais "blanc" correspond à la vision des acteurs locaux, dont nous nous efforçons au maximum de tenir compte dans notre étude

- Une fiche IBP-méditerranéenne provisoire a été élaborée suite à la réunion de formation IBP sur Manosque (*voir en annexe*).
- Il a été décidé d'évaluer l'IBP sur des placettes circulaires d'1 ha autour d'environ un point d'inventaire sur 4. Cela permet notamment d'avoir un nombre constant pour certains éléments à relever : micro habitats, bois mort au sol, sur pied...

J'ai participé à ces inventaires à raison d'une quinzaine de journées.

NB : pour plus de renseignements concernant l'IBP, voir les différents documents produits par L. Larieu et P. Gonin listés dans la bibliographie.

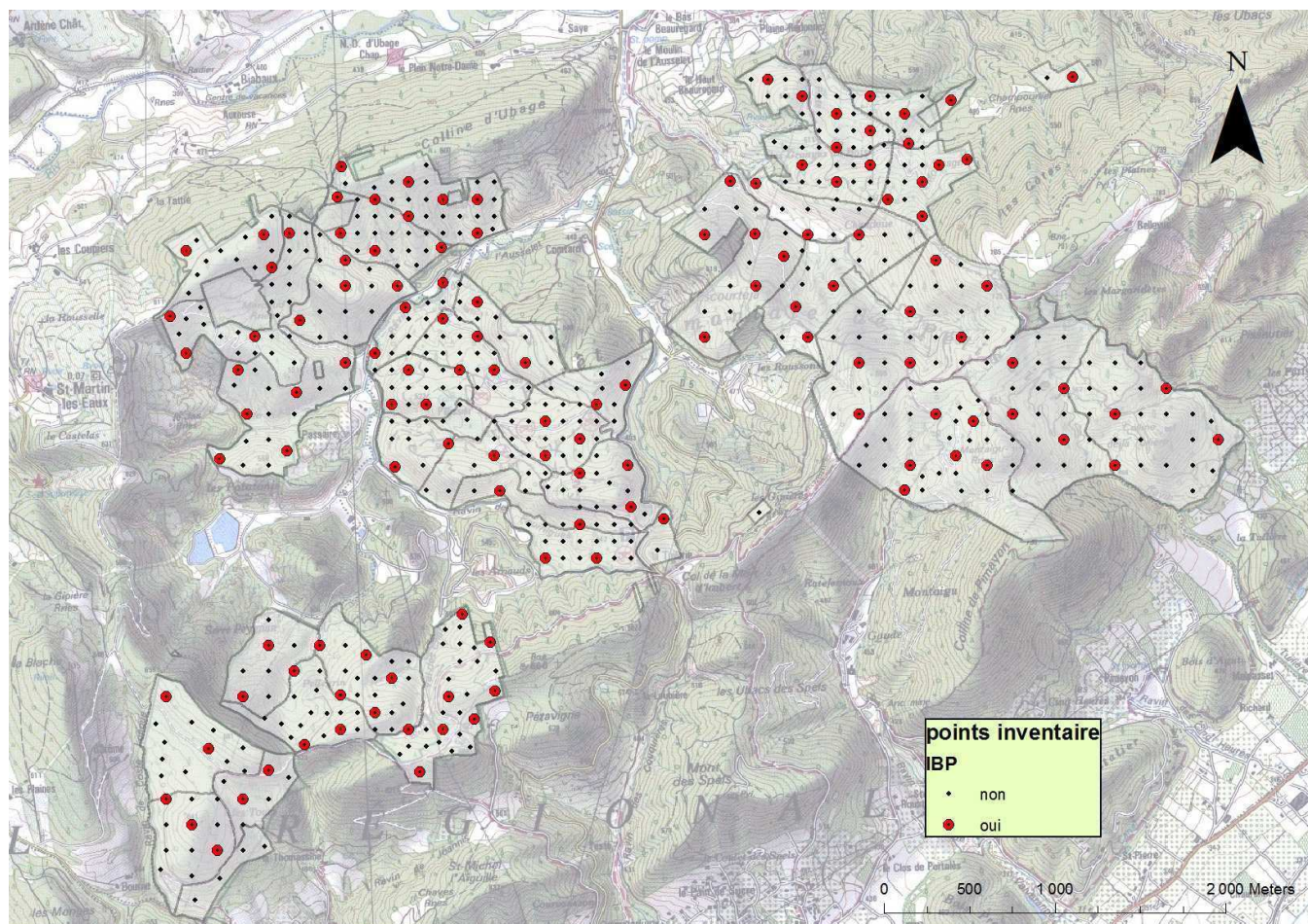


Figure 2 : Maillage de l'inventaire réalisé par l'ONF en forêt domaniale de Pélacier. 25 % des points font l'objet d'un relevé IBP. Sources : PNRL (scan 25), ONF (parcellaire et maillage). Réalisé avec ArcGis.

Toutes ces informations, de sujets et d'origines variées, ont constitué un riche point de départ pour notre modélisation. Cependant il est évident qu'il a fallu trier, organiser, hiérarchiser ses informations de manière la plus consensuelle possible. Selon quelle méthode ?

2. Présentation de la méthode Acteurs Ressources Dynamiques Interactions (ARDI) et du Collectif ComMod

Rappelons-nous : ce stage a pour but de concevoir ce qu'on appelle pompeusement un "outil de modélisation d'accompagnement". Ce genre d'outil est utilisé dans de nombreux contextes, sous des formes diverses et dans des pays variés. Nous pouvons citer à titre d'exemple le jeu "SylvoPast", développé par Michel Etienne de l'INRA d'Avignon, ou bien Mae Salaep, un jeu développé en Asie. Pour plus de renseignements se référer à la bibliographie : DARÉ (William's), DUCROT (Raphaële), BOTTA (Aurélien) et ETIENNE (Michel). 2009.

Le développement de ces outils a entraîné la création du collectif ComMod, visant à établir des repères méthodologique à l'attention des développeurs. Ces repères sont détaillés dans plusieurs articles cités en bibliographie, ainsi que dans un ouvrage qui vient de paraître intitulé *"Repères méthodologiques pour la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement"*.

Selon ces documents, la **modélisation** est *"un mode de représentation des objets, de leur relations et de leurs dynamiques"* et l'**accompagnement** est *"le positionnement de la recherche et de l'animateur de la démarche qui vise à amener progressivement les différentes parties prenantes à se (re)connaître, à échanger, à partager leurs arguments et points de vue afin qu'ensemble soit construite une vision commune d'un problème et élaborée une solution acceptée"*.

Il s'agit de co-construire une représentation commune à partir de savoir qui peuvent être :

- Scientifiques (articles issus de chercheurs)
- Techniques (techniciens d'organisme comme le CERPAM, l'ONF)
- Pragmatiques (savoir empiriques portés par des acteurs locaux, comme les éleveurs)

Afin de co-construire cette représentation, la méthode appelée ARDI (Acteur Dynamique Ressource Interactions) préconise des ateliers collectifs où sont invités les acteurs du territoire d'étude. Différentes réunions avec les mêmes acteurs permettent au fur et à mesure d'élaborer une représentation commune, via 4 diagrammes : acteurs et entités de gestion, ressources, dynamiques et interactions.

Nous nous sommes fortement inspirés de cette méthodologie pour concevoir la représentation de Pélicier utilisée dans le modèle.

3. Méthode utilisée pour concevoir le modèle sur Pélicier

Pour concevoir le modèle sur la forêt de Pélicier, nous n'avons pas utilisé la méthode des ateliers collectifs mais nous avons rencontré individuellement toutes les personnes que nous avions préalablement identifiées. Nous nous sommes efforcés d'obtenir des entretiens avec des personnes pour chacun des grands enjeux (*voir partie III.*) et au sein de ces enjeux d'avoir un maximum de représentativité des trois types de savoirs, c'est-à-dire des techniciens, des chercheurs, ou des acteurs locaux. La liste exhaustive des personnes rencontrées ainsi que leur contact est située en annexe. Le plan d'échantillonnage montre bien sûr un net avantage pour les trois enjeux "cœur de jeu" (*voir partie III.*), et au sein de ces trois enjeux la foresterie est légèrement sur-échantillonnée. Il s'agit en fait des entretiens "collectifs" réalisés au cours de la pause déjeuner lors de la phase d'inventaire.

Le choix des rencontres individuelles via des entretiens a été pris à cause de mon statut de stagiaire. Tout d'abord, il semblait relativement lourd et compliqué de mettre en place ces ateliers, et s'approprier telle quelle cette méthodologie : l'animation de tels ateliers nécessite une expérience que je n'ai pas. Par ailleurs le statut de stagiaire dont je disposais me permettait de rencontrer assez facilement les personnes voulues, et que celles-ci me parlent sans (trop) de méfiance. En effet bien qu'étiquetée "stagiaire du PNR du Luberon" je n'y étais pas employée, et la brièveté de mon passage au PNR (6 mois) ne me permettait pas d'être influencée ou de le paraître. De plus, être en stage exclusivement sur la conception de LFI me permettait une certaine disponibilité afin de rencontrer les personnes au meilleur moment pour elles, voir de m'impliquer dans leur tâches (par exemple, les inventaires ou martelages réalisés avec l'ONF, l'aide apporté à un éleveur pour la rénovation de sa bergerie...). Il est à noter qu'une partie des entretiens avaient déjà été réalisés lors du projet GF en Décembre 2009. J'ai tout de même été revoir quelques personnes.

Cette "immersion" au sein des acteurs locaux, des techniciens et des chercheurs m'a permis grâce à un travail de synthèse de construire un modèle le plus consensuel possible, d'après les points de vue de chacun. Ce modèle est représenté par un schéma conceptuel (*voir partie III.*).

Ce modèle nécessite ensuite une validation de la part des personnes interrogées, afin de voir si la représentation que je donne de Pélicier leur correspond. Cette validation a elle été faite avec un nombre réduit de personnes, et est toujours en cours ; la validation définitive aura lieu lorsque LFI sera totalement terminée.

III. De la tentative d'exhaustivité au choix de trois enjeux pour le "cœur de jeu"

1. Représenter toutes les problématiques majeures liées à Pélicier

Dans un premier temps nous avons tenté de prendre en compte tous les enjeux présents sur la forêt de Pélicier, afin de ne pas oublier d'éléments majeurs ; cependant nous avons déjà conscience qu'il serait impossible de tout traiter.

L'ensemble des problématiques concernant la forêt avait déjà été réparti en 6 "enjeux" lors du projet GF de Décembre 2009. Ces enjeux sont :

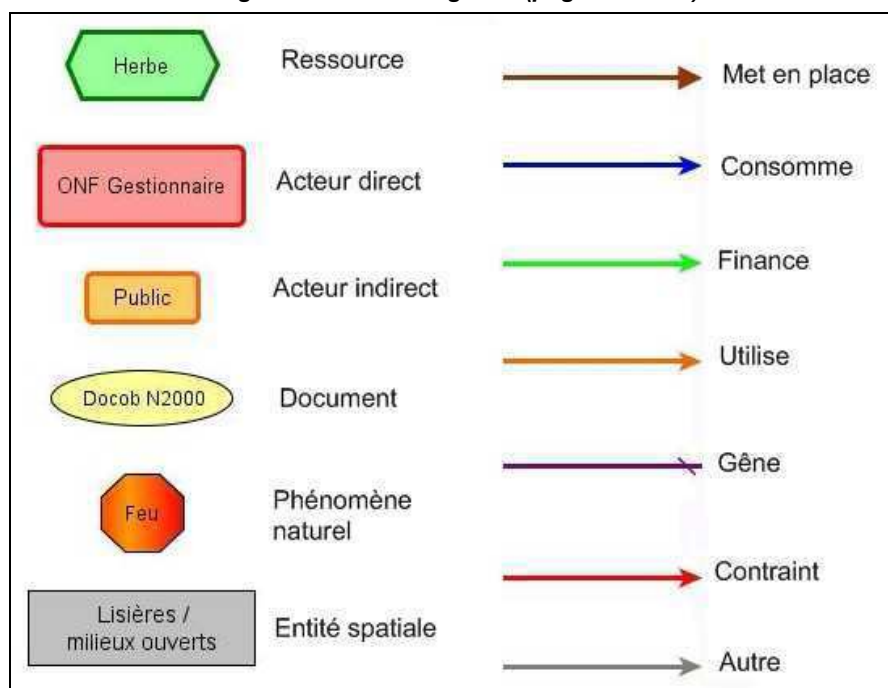
- La **production de bois, la sylviculture**
- Le **pastoralisme**
- La **biodiversité, l'environnement**
- La **chasse**
- La **protection contre l'incendie**
- L'**accueil du public**

Pour chaque enjeu, nous avons identifié les éléments les plus pertinents et représentatifs d'après ce qui est ressorti des entretiens et de la bibliographie.

Nous avons ensuite élaboré le schéma sur la double-page suivante. Ce schéma a vocation de formaliser "sur le papier" les différents acteurs, ressources, interactions de l'ensemble de la forêt de Pélicier, après un premier tri mais d'une manière relativement complète. Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que ce schéma a vocation de **fournir un aperçu global de la situation sur Pélicier**, c'est-à-dire les principales caractéristiques, les principaux problèmes, et non pas de hiérarchiser d'une façon formelle les éléments en vue d'une implémentation sur informatique. C'est pourquoi des objets "ressources" comme l'herbe, le bois, y côtoient des "entités spatiales" comme les milieux ouverts qui contiendraient de nombreux objets "ressources" ; il est visible que ces deux éléments ne sont pas du tout équivalents.

NB : Afin de simplifier la lecture et la compréhension, des schémas du même type par enjeux ont été réalisés. Ils sont disponibles en annexe.

Légende du schéma global (page suivante)



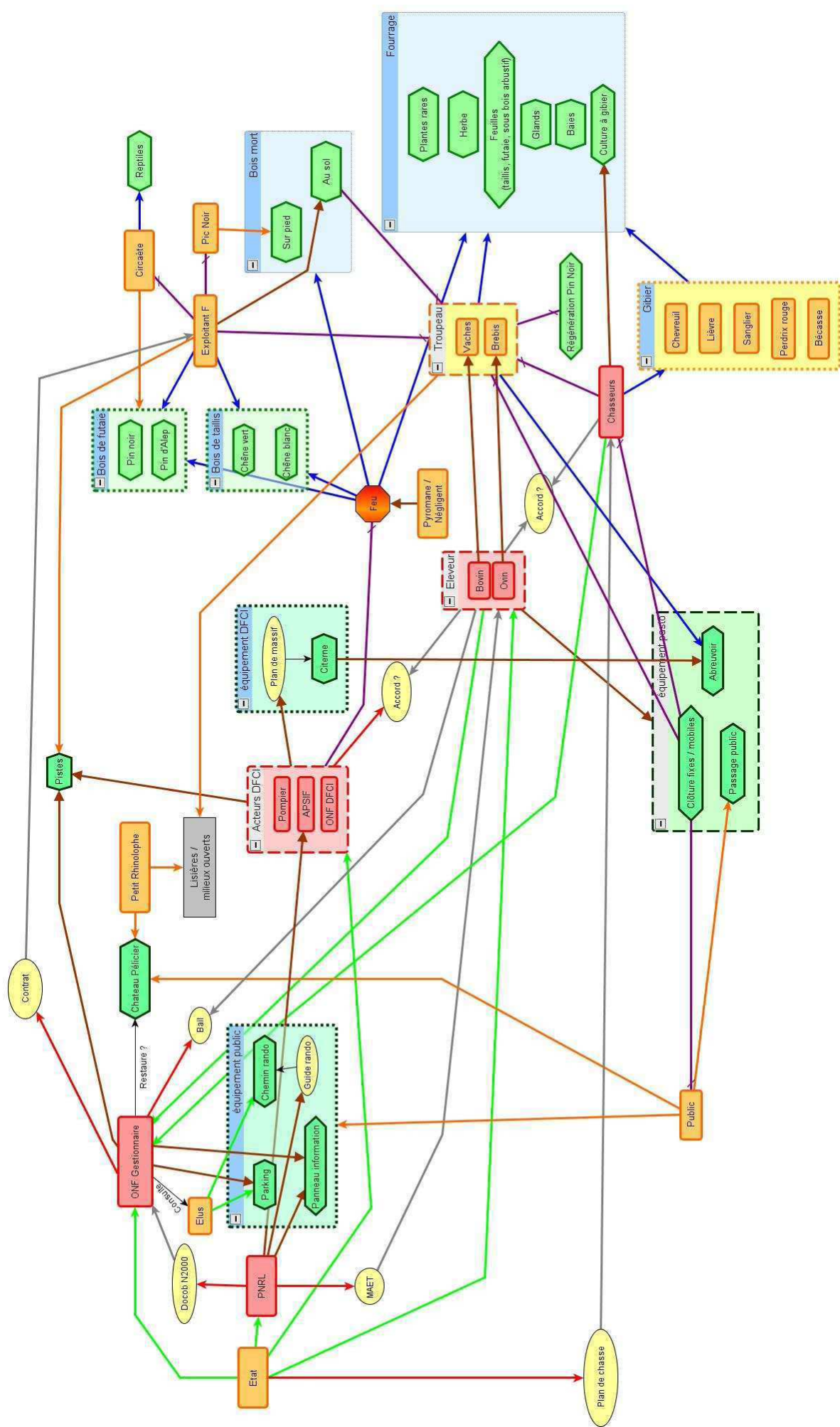


Figure 3 : Schéma conceptuel pour l'ensemble de la forêt de Pelicier

2. Les 3 enjeux "cœur de jeu"

i. Comment a-t-on choisi ces trois enjeux ?

Au vu de la grande complexité des interactions à modéliser lorsqu'on prend en compte l'ensemble des enjeux, il a été décidé quelques mois après le début du stage de se concentrer sur quelques enjeux seulement, tout en laissant les portes ouvertes pour l'intégration ultérieure des autres enjeux. C'est-à-dire que le choix délibéré a été pris de laisser de côté des éléments qui peuvent apparaître comme importants, avec l'ambition dans une phase ultérieure de les intégrer. Ainsi malgré qu'ils ne soient pas modélisés dans cette première conception il a fallu tout de même réfléchir à la manière de prendre en compte ces éléments afin de garder la possibilité de le faire plus tard.

Après réflexion conjointe avec mes maîtres de stages, il a été décidé de se concentrer sur :

- La **production de bois**, la **foresterie**
- La **biodiversité**, l'**environnement**
- Le **pastoralisme**

Pourquoi a-t-on choisi ces trois enjeux?

La **foresterie** est un enjeu évident à prendre en compte, car il s'agit d'une forêt tout de même, qui plus est en domaniale. De plus ce stage est un stage de fin d'étude de la formation des ingénieurs forestiers (FIF)...

La prise en compte particulière de la **biodiversité** et de l'**environnement** est une demande spécifique du groupe "forêt" des réserves de biosphère (voire partie A). La volonté était aussi d'intégrer l'indice de biodiversité potentielle (IBP) développé par l'institut pour le développement forestier (IDF), et une session de formation des agents de l'ONF a été organisée dans ce sens.

Enfin, le **pastoralisme** est un élément très structurant de la forêt et intervient en interaction forte avec la foresterie et l'environnement. De plus le sylvopastoralisme est une "discipline" montante et considérée comme l'une des solutions pour la forêt méditerranéenne en ce moment, et de nombreuses initiatives sont prises dans ce domaines (programme de recherche CASDAR, stage de troisième année FIF, mesures encouragées par les DOCOB Natura 2000...)

Parmi les trois enjeux restants, la prise en compte de l'incendie est ce qui paraît le plus important à intégrer. On signale par exemple dans l'article "l'aménagement forestier en milieu méditerranéen" (Bonnier, 1999) que l'aménagement forestier en milieu méditerranéen dépend de trois facteurs-clefs, dont le premier est la probabilité de l'incendie. Cela paraît en effet évident que la destruction du milieu entraîne une remise en cause de sa gestion, et est donc un facteur majeur à prendre en compte. Sur Pélicier on signale "*Le massif du Luberon oriental se situe donc statistiquement au-delà de la moyenne de la Zone sud, ce qui en fait un massif très exposé aux sinistres importants*" (Étude des phénomènes naturels, de l'aléa incendies de forêt, des enjeux et de leur défendabilité – Luberon oriental – DDE/ONF, 08/2007.). Cependant les lignes de code correspondant à la mise à feu de la forêt et sa propagation sont déjà écrites pour d'autres modèles, et nous prenons le pari qu'elles seront applicables pour LFI et qu'ainsi cette problématique pourrait être introduite de façon simplifiée.

Ensuite vient la problématique de la chasse, elle aussi très importante pour plusieurs raisons. Les chasseurs payent leurs baux de chasse une somme assez importante, il s'agit régulièrement de la première recette pour les forestiers, et cela leur confèrent un certain pouvoir. Ceci est conjugué à leur bonne connaissance de la forêt qui se traduit par un fort sentiment d'appartenance. Enfin, cette communauté est souvent sujette à des conflits avec les autres usagers de la forêt ce qui signifie qu'il y a un travail important de communication à réaliser afin d'améliorer la situation.

Enfin, l'accueil du public nous a semblé être l'enjeu le moins important. La prise en compte de cet enjeu nécessiterait une analyse poussée, à cause de la multiplicité du nombre d'acteurs et la difficile définition du rôle et des centres d'intérêts de ce qu'on a appelé "public". D'un côté la proximité de la ville de Manosque et les prévisions d'extension de celle-ci nous mèneraient à penser que cet enjeu va revêtir une importance grandissante, et de l'autre le classement de la forêt en zone Seveso interdit la mise en place de structures lourdes d'accueil du public, ce qui tempère la première impression.

ii. Diagrammes du schéma conceptuel

Nous avons repris les éléments de la méthode ARDI porté par le collectif ComMod (voir II. 2.) pour établir le schéma conceptuel de la forêt de Pélacier à travers les 3 diagrammes suivants, en prenant en compte les 3 enjeux retenus.

Nous avons effectué un tri parmi les éléments identifiés notamment sur le schéma global. Ce tri permet d'identifier les quelques éléments représentatifs de chaque enjeux. On considère que la modélisation de ses éléments reflètera d'une manière pertinente la situation. Ce tri est visible à la lecture des trois diagrammes qui suivent.

Sur le diagramme des ressources nous avons identifié toutes les ressources qui nous ont semblés nécessaires à la modélisation, et nous les avons classés par "enjeux". Il faut noter que la même division en "régénération, perches, petits bois, bois moyens, gros bois" est effectuée pour le Pin d'Alep et le Chêne blanc, mais n'est pas représentée sur le schéma pour plus de lisibilité. Cette représentation des ressources est telle qu'imaginée à la fin de la phase "création du schéma conceptuel" du stage, et ne sera modifiée lors de la programmation (voir partie D).

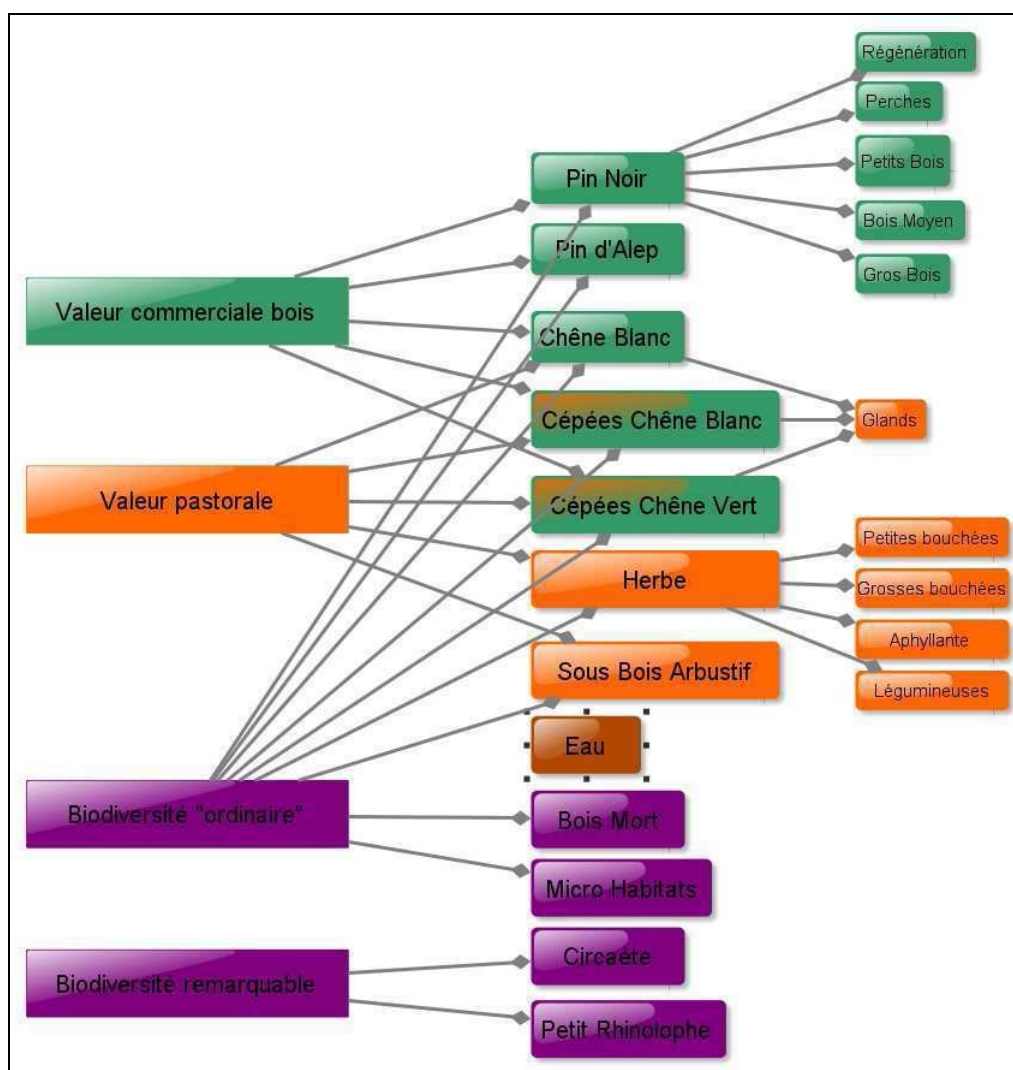


Figure 4 : diagramme des ressources

Ci-dessous nous proposons quelques éclaircissements quand au tri et au choix réalisé à cette étape de la conception du modèle.

Choix des espèces "de futaie"

Nous avons choisi trois essences dites "de futaie", correspondant à des arbres individualisés que sont le **Pin noir**, très présent sur Pélacier, le **Pin d'Alep**, également présent en moindre mesure mais

autochtone, et le **Chêne blanc**, présent sous forme d'arbres individualisés ponctuellement (taillis vieilli, arbres à proximité des ruines, colonisation d'espaces ouverts).

D'autres espèces sont bien sûr présentes, les deux principales étant le **Cèdre** et le **Pin Sylvestre**. Nous ne les avons pas représenté par soucis de ne pas multiplier le nombre d'essences présentes, cela n'ayant pas d'intérêt pour le jeu (le joueur n'a pas le temps d'appréhender un grand nombre d'espèces) et cela représentant une contrainte supplémentaire pour la future implémentation ; il s'agira en effet de trouver les lois de croissance pour chaque essence. Le Pin noir et le Pin d'Alep, majoritaires sur la forêt, nous ont semblé être les plus représentatifs. De plus, le Cèdre ne pousse qu'à des endroits très localisés sur Pélicier, et le Pin Sylvestre fait l'objet de dépérissements généralisés dans l'ensemble du sud de la France.

Choix des espèces "de taillis"

Deux espèces sont majoritairement présentes en taillis sur Pélicier : les Chênes verts et blancs. Les autres sont anecdotiques. Les deux essences sont intéressantes à modéliser car elles n'ont pas les mêmes caractéristiques pastorales ou de propagation de feu par exemple. De plus nous avons identifié une problématique particulière par rapport au chêne blanc que peut être le balivage et le passage à la futaie sur souche, opération considérée comme inutile sur le chêne vert.

Choix des espèces appétantes

Nous avons choisi un élément appelé "**sous-bois arbustif**" qui représente tous ce qui est buissonnant, appétant pour les animaux et consistant une strate arbustive.

L'élément "**herbe**" est divisée en 4 sous ensembles, au vu de leurs importances diverses pour la ressource fourragère. C'est cette division qui a entraîné le relevé de ces catégories dans la fiche pastoralisme.

Les **glands** peuvent représenter une ressource fourragère non négligeable bien qu'assez irrégulière et difficilement quantifiable. Nous les avons donc inclus, d'autant plus que les chênes en taillis ou de franc pied, les producteurs de glands, sont modélisés.

Choix des objets "biodiversité"

En ce qui concerne la **biodiversité remarquable**, nous avons retenus le **circaète Jean-le-blanc** ainsi que le **petit Rhinolophe**.

Le premier bénéficie d'un arrêté de biotope ainsi que d'une surveillance spécifique par le PNR du Luberon (suivit ornithologique). Il est aussi intéressant de le modéliser car la gestion forestière a un impact sur la population, selon la période d'exploitation et le type d'exploitation. Un document à d'ailleurs été édité par l'ONF à ce sujet, appelé "Le circaète Jean-le-blanc" dans la collection "Connaissance et Protection des Oiseaux, Précaution Sylvicoles" (*voir bibliographie*). Deux nids de circaète sont présents sur la forêt de Pélicier, et leur localisation est connue grâce au savoir de l'ornithologue du PNR.

Pour le deuxième, il s'agit d'une espèce qui focalise actuellement les esprits car son domicile, le "château" de Pélicier, est menacé par l'effondrement du toit de ce bâtiment. Cette espèce a aussi fait l'objet de précautions particulières dans la charte Natura 2000 d'un site voisin, le site dit de "Vachère" ce qui fait que nous disposons aussi de quelques idées de règles sylvicoles. De plus différents acteurs ont particulièrement insisté sur leur désir de voir cette espèce prise en compte dans le jeu.

En ce qui concerne la **biodiversité ordinaire**, comme expliqué précédemment nous nous sommes principalement appuyés sur l'IBP, d'où la prise en compte des **bois mort** et des **microhabitats**.

Enfin, l'**eau** apparaît évidemment comme une ressource primordiale, tant pour la végétation que pour le troupeau, surtout en zone méditerranéenne.

Le schéma des acteurs, entités de gestion et interactions permet de clarifier l'univers de jeu dans lequel nous allons développer LFI. Nous avons déjà explicité le choix des enjeux, qui vont déterminer les "rôles" à joueur dans LFI (en rouge sur le schéma). Le forestier sera en charge de la production de bois, le PNRL de l'aspect biodiversité/environnement ainsi que de l'accueil du public (d'une manière très simple) et l'éleveur du pastoralisme. Les entités de gestion sont identifiées et quantifiées (en surface, longueur ou autre unité). Les interactions, c'est-à-dire les échanges entre acteurs et les actions des acteurs sur leurs entités de gestion ainsi que les modalités de ces échanges (documents cadres) sont représentées afin de souligner ce qui devra être reflété par le jeu en terme de conflits et de solutions à apporter.

Le schéma de la dynamique permet d'envisager une modélisation de l'évolution des ressources dans le temps, très utile pour l'évolution du jeu. On identifie les processus dits "naturels" de ceux dits "anthropiques".

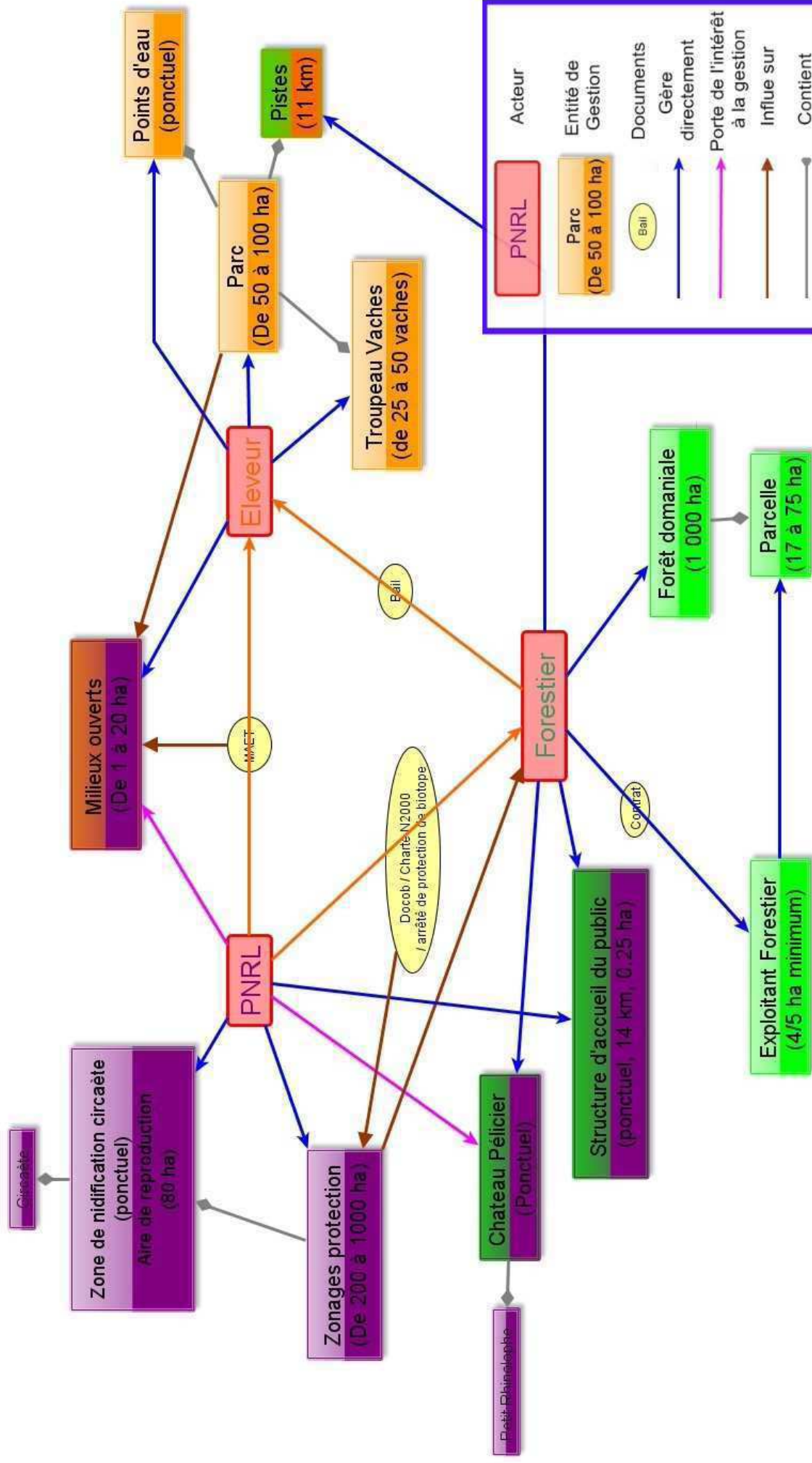


Figure 5 : diagramme des acteurs, des entités de gestion et des interactions

Ci-dessous nous proposons quelques éclaircissements quand au tri et au choix réalisé à cette étape de la conception du modèle.

Concernant le diagramme des acteurs, entités de gestion et interactions

Il y a deux modes d'élevage sur Pélicier : les bovins, en parc clôturé, et les ovins, en gardiennage. L'élevage ovin est le plus représentatif de la région, mais pas de la forêt. De plus la modélisation du gardiennage est beaucoup trop complexe à envisagé. C'est pourquoi nous avons décidé de modéliser **un éleveur bovin en parc**. La modélisation de plusieurs éleveurs serait inutile pour l'intérêt du jeu et complexifierait le modèle.

Le troupeau de vaches est considéré comme une entité de gestion de l'acteur éleveur et non comme un acteur (même entièrement "robot") du modèle. Cela signifie qu'on ne modélisera pas par la suite une décision du troupeau, par exemple concernant le pâturage à l'intérieur du parc.

On remarque qu'il y a trois dimensions pour les **structures d'accueil du public**. Il s'agit des chemins de randonnées, des aires spécifiques d'accueil (par exemple une aire pour les personnes handicapée au niveau des crêtes de Bellevue), des parkings et des éléments ponctuels paysagers appréciés par le public : château de Pélicier, point de vue particuliers ou panneaux d'information.

Sous la dénomination **pistes** on trouvera l'ensemble des pistes à vocations diverses : DFCI, exploitation des bois, utilisation par les éleveurs. Nous considérerons qu'elles sont aptes à toutes les utilisations.

Pour l'**acteur PNRL** nous avons du rajouter l'interaction "**porte de l'intérêt à**". Cela est caractéristique de cette structure, qui se veut intéressée par un territoire dans son ensemble (le Luberon) et non pas un aspect particulier. Cependant elle a rarement un pouvoir direct sur les ressources ce qui rend son action difficilement représentable. Cela est également visible sur les schémas par enjeux portés en annexe. **Cela aura un impact important dans la conception des règles du jeu et le rôle des différents joueurs.**

L'**exploitant forestier** est considéré comme une **entité de gestion de l'acteur forestier**, c'est-à-dire que la modélisation ne fera pas intervenir un choix de l'exploitant et il ne sera pas non plus intégré au jeu en tant que joueur.

Concernant le diagramme des dynamiques

Seuls ont été représentés les objets présentant une évolution intéressante expliquer, par exemple l'eau n'est pas intégrée à ce modèle. Nous aurions pu faire un schéma encore plus précis, en intégrant des dynamiques à plus petites échelle, comme l'évolution de la ressource en glands. Pour plus de clarté nous avons délibérément conservé ce schéma qui nous paraît explicatif de la façon dont sera implémenté le modèle (*voir partie D*).

Le **vieillessement de chêne vert** qui amènerait à son individualisation est en pointillé. En effet nous avons intégré cette possibilité au schéma par rigueur (afin de faire le parallèle avec le Chêne blanc), mais nous n'avons pas observé cela sur Pélicier, et il n'y a pas d'intérêt à le modéliser pour la même raison que celle mentionnée lors de l'explication du diagramme des ressources.

Ces trois schémas ont été réalisés d'après les informations collectées lors des entretiens, inventaire et par la bibliographie comme expliqué en partie II. 3. Ces schémas explicitent la représentation que nous considérons comme consensuelle de la forêt de Pélicier, représentation à la base à conception du jeu de rôle et à l'implémentation de l'univers de jeu sous format informatique.

A l'issue de cette partie nous avons les éléments en main pour concevoir le jeu de rôle pour :

- Qu'il soit légitime par rapport aux acteurs (représentations actuelle et future consensuelles)
- Qu'il réponde à la demande de médiation (Identification des principales interactions, synergies, conflits pour implémentation en résolution virtuelle, au moins discussion autour).

Partie C



Conception du jeu de rôle

La partie B nous a permis de clarifier l'univers de jeu pour LaForêtInteractive. Il s'agit désormais de construire réellement le jeu de rôle. Nous expliquons donc dans cette partie les règles de jeu, le public et le territoire concernés et nous décrivons en détail le déroulement d'une session de formation.

Le jeu est expliqué dans cette partie C tel qu'il a été imaginé ; nous rappelons qu'à l'issue de ce travail l'avancement de la conception de LFI n'était pas assez important pour permettre une formation test. Il est fort possible que des modifications aient lieu lors de son test, et ceci jusqu'à la version définitive.

Photo : Max Gallardo (ornithologue au PNRL) et Gérard Peyrotty (ONF) discutent de l'adaptation de la gestion forestière pour le circaète sur Pélacier. (Crédit photographique : Zoé Lefort)

PARTIE C Conception du jeu de rôle

I. Éléments généraux pour le déroulement de LFI

1. Quel territoire ?

Nous avons effectué l'étude générale afin de créer le schéma conceptuel sur l'ensemble de la forêt (voir partie B.), territoire sur lequel le jeu a été envisagé à l'origine. La question s'était même posée de savoir s'il était possible d'intégrer des problématiques à l'échelle du massif, échelle la plus pertinente lorsque l'on parle de défense des forêts contre l'incendie par exemple. De plus deux des forêts voisines, la forêt communale de Manosque et la forêt du PNR du Luberon sont toutes deux gérées par l'ONF, et leurs aménagements vont être révisés sous peu.

Rapidement le choix a été fait de se limiter à la seule forêt de Pélicier dont la complexité est déjà assez conséquente.

De plus dans le cadre de l'étude il a fallu déterminer un secteur pour commencer le jeu. Il avait été envisagé au début de travailler sur le secteur "Nord", comprenant notamment les crêtes de Bellevue et le vallon de la Chaudoue (voir Figure 1), car cet endroit présentait de multiples intérêts : zone de nidification pour un couple de circaètes, pare-feu, pelouse, zone d'accueil du public, diversité stationnelle. Cependant l'inventaire a été réalisé sur le secteur du château dans un premier temps, et il était urgent de commencer à traiter les données de l'inventaire pour construire le jeu. Ce secteur présente également de nombreux intérêts : présence de petit rhinolophe, diversité stationnelles, forte fréquentation par le public, présence de pâturage (bien qu'il n'y ait pas de contrats officiels).

Nous regrettons cependant les points suivants :

- Absence de taillis de chêne vert
- Absence de milieux ouverts
- Faible présence de milieux embroussaillés
- Absence de nid de circaète

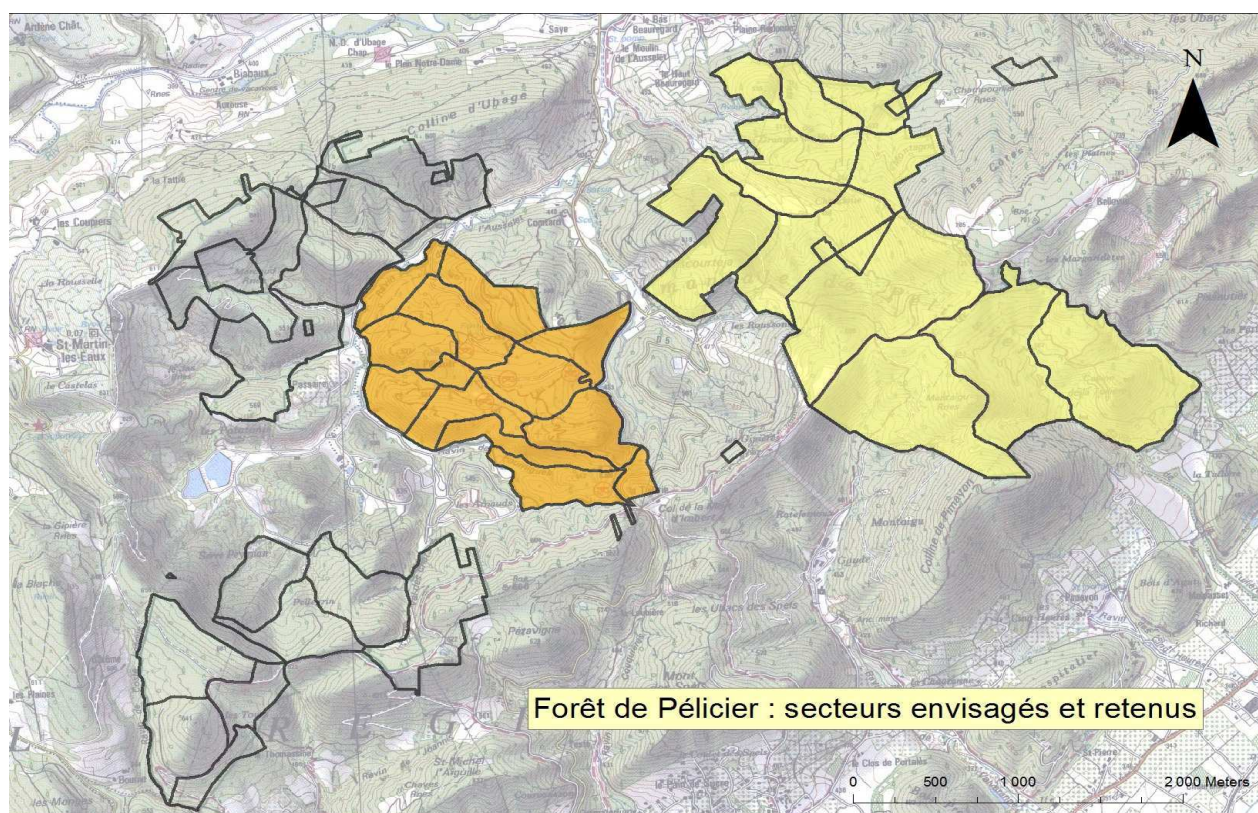


Figure 1 : En jaune, le secteur "nord" envisagé à la base. En orange, le secteur dit "du château" retenu pour la première version de LFI.
Sources : PNRL (scan 25), ONF (parcellaire). Réalisé avec ArcGis.

C'est donc ce secteur dit "du château" qui servira de support pour LaForêtInteractive.

2. Quel public ?

Une des priorités lorsqu'on imagine le jeu est de prendre en compte le type de joueurs qui sera susceptible de participer aux sessions de formation, afin d'adapter le fonctionnement du jeu aux connaissances, à la vision, aux attentes des participants. Il a donc du être préalablement défini le public visé pour LFI avant de commencer à concevoir le jeu.

Il a été décidé que LFI ne serait pas un outil "grand public", c'est-à-dire pour des personnes totalement néophytes, ou des écoliers par exemple. Cependant nous ne voulions pas réserver ce jeu aux seules personnes aguerries dans l'une ou l'autre des problématiques abordées (biodiversité, foresterie, élevage) mais en faire un outil suffisamment abordable pour que toute personne concernée ou intéressée d'une manière ou d'une autre par la forêt (au sens large, pas seulement celle de Pélicier) puisse participer, comme des élus par exemple.

Nous avons évoqué trois enjeux retenus, portés par trois acteurs. Cela détermine trois "rôles" pour LFI : le forestier, l'éleveur et le représentant du Parc Naturel Régional du Luberon. Si la mise en place des rôles "forestier" et "éleveur" est relativement évidente, on peut se poser la question de la raison du choix du rôle "représentant du PNRL". Celui-ci a été choisi pour symboliser le rôle des collectivités territoriales et des élus. Il permet aussi de porter l'enjeu "biodiversité", mais aussi celui d'accueil du public (bien que ce dernier ne soit pas pris comme priorité dans cette version de LFI). Ces trois "rôles" auront des pouvoirs différents, se traduisant par un certain nombre de décisions à prendre au cours de la partie.

Ces rôles pourront être joués en équipe, idéalement composées de deux ou trois joueurs : une personne toute seule n'a pas la possibilité de discuter ses décisions, et plus de trois entraîne une lourdeur dans la prise de décision du groupe. Bien sûr il ne s'agit pas de faire jouer des forestiers dans le rôle de forestier, des éleveurs dans le rôle d'éleveur ou des représentants du PNRL dans le rôle de représentant du PNRL. Cette option est envisageable, mais offre des possibilités limitées. Si lors d'une session de formation les participants appartiennent à ces trois groupes, il peut être très enrichissant d'échanger les rôles, d'où l'utilité d'un outil souple et compréhensible. Les autres catégories de personnes représenteront aussi une grande part des joueurs lors des sessions de formation.

Le but du jeu n'est bien évidemment pas d'apprendre aux joueurs à réaliser un aménagement forestier multifonctionnel. Il n'y a pas de gagnants et de perdants, de "bon" aménagements et de "mauvais" aménagements. Le but est **d'amener les joueurs à une compréhension mutuelle de leurs enjeux**, avec des adaptations et des évolutions possibles des joueurs en fonction de leur compréhension progressive du territoire forestier.

3. Déroulement de LFI

LaForêtInteractive se déroule en trois phases que nous expliquons brièvement dans la partie ci-après. Le jeu de rôle à proprement parlé est détaillé dans la partie suivante (II.).

i. La visite de terrain (phase 1)

LaForêtInteractive étant un jeu développé à partir d'une forêt réelle, il serait dommage de passer à côté d'une sortie sur le terrain. Les buts de cette visite préalable sont les suivants :

- **Familiarisation des participants avec le paysage et les enjeux de la forêt** : peuplements forestiers, aperçu de la potentialité pastorale, des contextes topographiques, stationnels.
- **Aspect pédagogique** : les participants seront d'autant plus impliqués dans le jeu qu'ils sauront que celui-ci est développé à partir d'un cas concret.

Durant cette phase, l'animateur du jeu a un rôle d'enseignant envers les participants. Il s'agit en quelque sorte de leur exposer la partie "analyse" d'un aménagement forestier. L'animateur devra donc apporter tous les renseignements nécessaires à la prise en main de l'outil et la compréhension du contexte de Pélicier par les joueurs : éléments de contexte généraux (*tels que décrits dans la partie B 1.*), peuplements en place, explication de la typologie mise en place et représentée dans LFI (*voir plus loin*), repérage sur la carte, explication de l'Indice de Biodiversité Potentielle.

Cette visite de terrain devra se dérouler en s'arrêtant sur quelques "lieux clefs" bien choisis pour illustrer les propos de l'animateur.

La durée de cette première partie de la formation a été évaluée à une grosse demi-journée, comprenant le repas du midi sur place.

ii. Le jeu de rôle (phase 2)

Le jeu de rôle a lieu en salle. Les joueurs sont répartis en équipes allant de 3 à 9 joueurs, c'est-à-dire 1 à 3 par "rôle". Il doit y avoir plusieurs équipes, c'est-à-dire plusieurs parties se déroulant simultanément, le débriefing permettant de comparer en direct les choix et résultats des équipes.

Cette phase est divisée en deux parties :

- "Rédaction" de l'aménagement par l'ensemble de l'équipe
- Gestion de la forêt sur 18 ans

Chaque équipe dispose de trois ordinateurs et de trois tables symbolisant les trois "bureaux" des trois rôles. Les ordinateurs d'une même équipe sont reliés à une seule unité centrale, où tourne le logiciel de simulation. Sur les écrans est représentée la forêt de Pélicier selon les points de vue demandés par les joueurs (il peut s'agir de la densité de population de petit rhinolophe, de l'indice de biodiversité potentielle, du capital de bois sur pied, de la valeur pastorale...). C'est aussi là qu'apparaissent les boîtes de dialogue permettant la saisie des décisions prises. En fonction de ces décisions la forêt évolue, et apparaîtra sur les écrans de façon modifiée. Le point de vue "de base" est le point de vue selon une typologie dite "commune", c'est-à-dire parlante pour tous les joueurs (*voir II.*). L'équipe dispose aussi d'un panneau servant à lister les objectifs de l'aménagement.

L'animateur est l'organisateur du jeu et de ses différents temps. Il explique les règles de jeu, anime les temps collectifs, fait fonctionner le logiciel et est disponible pour répondre aux questions.

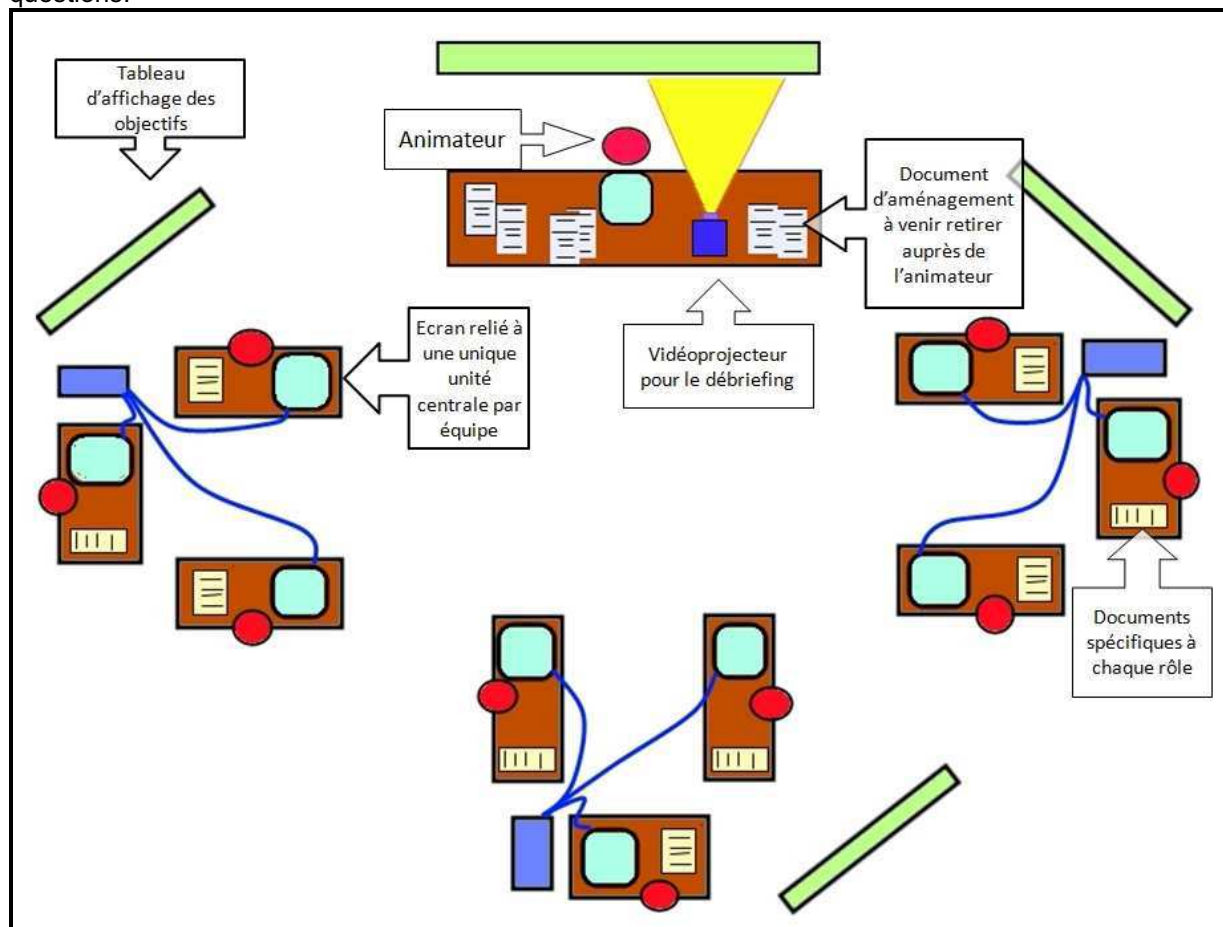


Figure 2 : organisation de la salle lors du déroulement du jeu de rôle.

A l'issue des 18 ans simulés, il peut être envisagé de réviser l'aménagement et de rejouer 18 ans supplémentaires selon le temps et l'envie dont disposent les équipes.

iii. Débriefing (phase 3)

Le débriefing est le temps fort de la session de formation. C'est l'animateur qui prend la parole et organise cette phase.

Il s'agit pour lui de faire l'analyse des choix pris par les équipes. Il dispose pour cela de l'historique des décisions prises par les équipes et de l'évolution de la forêt au cours des 18 ans également mémorisé par le logiciel.

Les principaux points à analyser sont les suivants :

- Comparaison entre les objectifs listés et l'évolution des indicateurs. Demander à chaque équipe si elle est satisfaite de sa gestion, si cette gestion correspond aux objectifs listés en début de jeu, si cette gestion a été conforme aux orientations de gestion préconisée dans l'aménagement
- Comparaison de la forêt à l'issue des 18 ans entre les équipes. Faire réfléchir les joueurs sur les différences, et pourquoi ces différences existent.
- Analyse du comportement de l'équipe, du comportement de ses joueurs, de son organisation. Comparaison entre équipes.
- Demander à chaque joueur ce que lui a apporté la formation, afin à la fois de mettre au clair les possibles découvertes, prise de conscience de chacun des joueurs et aussi d'évaluer le niveau de la formation.

NB : le jeu n'ayant pas été finalisé, le débriefing est relativement difficile à imaginer. Les éléments évoqués ci-dessus le sont à titre indicatifs .et s'appuient sur des expériences équivalentes conduites avec Sylvopast par exemple.

II. Le déroulement du jeu de rôle (phase 2)

Le jeu de rôle est la phase principale de LaForêtInteractive, du moins lors de la conception de la formation. C'est elle qui a représenté la quasi-totalité du temps de l'étude. En effet la visite de terrain et le débriefing dépendent de la façon dont a été imaginé cette phase.

C'est pourquoi nous consacrons cette partie II. à l'explication détaillée de cette phase.

1. Un déroulement inspiré du principe d'aménagement continu

Rappel : l'aménagement forestier

De nombreux auteurs se sont risqués à définir l'aménagement forestier. Nous avons retenu la définition ci-dessous pour son exhaustivité et sa clarté :

"Aménagement au sens forestier, étude et document sur lesquels s'appuie la gestion durable d'une forêt dans le cadre de la politique forestière nationale. À partir d'une analyse du milieu naturel et du contexte économique et social, l'aménagement forestier fixe les objectifs à long et moyen terme de la gestion sylvicole. Il détermine l'ensemble des interventions souhaitables pendant une durée de 10 à 30 ans, à l'issue de laquelle il fera place à un nouvel aménagement forestier" (Degron, 1999)

Le choix a été fait de ne pas se baser sur un aménagement "classique" tel que pratiqué actuellement, mais de s'inspirer de ce qu'on appelle "aménagement continu".

Selon Français-Demay (2003), "l'aménagement continu intègre le suivi d'indicateurs servant de base au contrôle interne (de gestion) comme externe (certification). Selon l'évolution d'indicateurs relatifs aux désirs du propriétaire et aux enjeux de la forêt, le gestionnaire procède à un ajustement continu des moyens nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés".

Tout comme un aménagement classique, l'aménagement continu comporte une première étape d'analyse du milieu, de synthèse puis une définition des objectifs de gestion.

La différence vient ensuite, dans la définition d'un certain nombre d'indicateurs que le gestionnaire et l'aménagiste suivront régulièrement avec des pas de temps différents selon les indicateurs choisis. Une liste relativement exhaustive des indicateurs pertinents est disponible dans le mémoire de Ph. Français-Demay (*voir bibliographie*). Cette liste serait éventuellement à revoir en prenant en compte des enjeux plus méditerranéens.

Les modes de conduite des peuplements sont ensuite déterminés comme dans un aménagement classique.

Le suivi régulier des indicateurs amène l'aménagiste à modifier l'aménagement en cours d'utilisation de celui-ci (éventuellement sous la demande du gestionnaire), afin de corriger la gestion si celle-ci, par l'application de l'aménagement, ne tend pas à évoluer d'une façon cohérente avec les objectifs de gestion. Il ne s'agit pas de revoir entièrement l'aménagement mais de l'adapter. Cela en fait un outil beaucoup plus souple et évite qu'il soit rendu caduc ou inutilisable en cas d'impossibilité d'application.

Ce principe nous a paru particulièrement adapté à la mise en place d'un jeu de rôle concernant l'aménagement forestier.

En effet, dans le cadre de LFI l'accent est mis sur la multifonctionnalité ; or généralement c'est l'échelle de temps appréhendée par le forestier qui est la plus longue, les autres acteurs ayant souvent des attentes à plus court terme. L'aménagement continu permet de prendre en compte ces attentes qui ne remettent généralement pas en cause la totalité de l'aménagement.

De plus, le suivi *via* des indicateurs est facilement modélisable sur informatique, si les calculs nous permettant d'évaluer ces indicateurs sont également implémentables.

Enfin la remise en cause des orientations de gestion suivant l'évolution des indicateurs en cours d'aménagement permet de rythmer le jeu et introduit naturellement des débats qui devraient s'avérer enrichissants.

C'est le fait d'avoir choisi ce concept comme base pour LFI qui nous a amené à choisir le rythme de jeu suivant.

L'aménagement est rédigé¹ en début de jeu et a une durée de 18 ans.

En fonction de l'évolution des indicateurs, les joueurs auront la possibilité de le **modifier** s'ils le souhaitent **tous les 6 ans**.

Un **calendrier de coupes et travaux prévisionnels**, ainsi qu'un **calendrier de pâturage** sont établis **tous les 6 ans** également. C'est-à-dire que le joueur forestier décline les orientations de gestion choisies dans l'aménagement en un calendrier sur 6 ans de coupes et travaux. L'éleveur lui établit un calendrier type pour une année, mois par mois sur 8 mois (*voir partie 2.*) reconductible sur les 6 ans.

Ce calendrier est soumis à **confirmation ou infirmation** par les joueurs concernés **tous les 2 ans**. Si l'éleveur par exemple estime que son choix initial est à revoir il peut choisir de modifier son calendrier type. Ce système a été pensé afin de répondre à deux critères essentiels. D'une part le pas de temps appréhendé par l'éleveur, qui est annuel voire mensuel, et qui nécessitait donc un découpage plus fin que les 6 ans évoqués ci-dessus. D'autre part, les contraintes de temps disponible pour le jeu, c'est-à-dire au maximum une journée (contrainte à la fois matérielle et pertinente quand à la concentration des joueurs).

Différentes autres décisions de gestion sont à prendre **tous les 6 ans** ; le **prix** et la **localisation** des **zones mises à disposition pour le pâturage** ; le financement éventuel de **mise en place de points d'eau**, de **débroussaillage mécanique** ou encore de **tables-banc** ; certains **contrats entre joueurs**.

Ci-dessous, une récapitulation selon la périodicité des actions

- Année 0 :
 - rédaction de l'aménagement (objectifs, indicateurs, orientations de gestion)
 - prise des premières décisions de gestions pour les 6 ans à venir (calendrier prévisionnel de coupes et travaux ainsi que pâturage ; décisions hexagénales)
- Années 6, 12 :
 - évaluation des indicateurs ; modifications éventuelles de l'aménagement*

¹ Les joueurs auront une trame type à remplir avec un nombre restreint de décisions à prendre. Il ne s'agit pas de procéder à la rédaction complète d'un aménagement

- définition des modalités du bail de pâturage (zones mise en défens, prix à l'hectare)
 - financement éventuel de points d'eau, de débroussaillage mécanique, de tables-banc
 - mise en place de contrats entre les joueurs
- Années 2, 4, 8, 10, 14, 16
- confirmation ou infirmation des calendriers prévisionnels (forestier et éleveur)
 - Validation du pâturage sur zones éligibles par le représentant du PNRL

Maintenant que le déroulement temporel du jeu de rôle est posé, nous allons expliciter plus en détail les règles de jeu, c'est-à-dire le rôle de chaque joueur ainsi que les raisons qui nous ont poussés à organiser le jeu de cette façon.

2. Les règles de jeu

Détaillons en détail les règles de jeu pour chacune des étapes du jeu de rôle

i. La rédaction de l'aménagement

Le document d'aménagement à remplir par les joueurs est porté en annexe.

Un document par groupe est à retirer au bureau de l'animateur. Celui-ci n'impose ni personnes désignées pour le remplir, ni lieu. C'est à l'équipe de s'organiser comme elle le souhaite.

La première des modalités à remplir est la définition des objectifs. Comme indiqué dans le document d'aménagement, ceux-ci sont à renseigner "en français", c'est-à-dire qu'il s'agit de tenter de se mettre d'accord sur des objectifs, ceux-ci étant rédigés d'une manière explicative. Les joueurs se concertent et échangent leurs attentes par rapport à la forêt. Ensuite l'animateur passe dans chaque groupe et écrit les objectifs retenus par le groupe sur le tableau prévu à cet effet (voir Figure 2). Ces objectifs peuvent être ou non consensuels. Dans le cas où les objectifs ne sont pas tous partagés, il est indiqué à côté de l'objectif les personnes qui sont à l'origine de la définition de celui-ci et éventuellement celles qui y sont clairement opposées. Les joueurs remplissent ensuite de la même façon le document d'aménagement.

Les joueurs choisissent ensuite les indicateurs grâce auxquels ils suivront l'évolution vers les objectifs listés. Ils demandent à l'animateur si les indicateurs qu'ils souhaitent sont disponibles ; sinon, l'animateur peut leur proposer un indicateur proche disponible dans LFI.

Des exemples d'indicateurs imaginés pour LFI sont disponibles en annexe. Le jeu étant loin d'être finalisé à la fin de l'étude, il ne s'agit que de propositions.

Les joueurs sont ensuite invités à remplir la partie concernant les modes de conduite des peuplements, scindée en deux sous-parties. La première les amène à classer l'ensemble des unités de gestion de Pélicier en l'une des catégories suivantes :

- Futaie régulière amélioration
- Futaie régulière régénération
- Futaie irrégulière
- Taillis
- Futaie sur taillis
- Sylvopastorale
- Îlot de sénescence
- Milieu ouvert.

Une fiche-vulgarisation devrait être à disposition des joueurs afin de les aider dans leur choix.

La seconde sous-partie concerne les orientations de gestion à prendre par zones, en fonction du classement effectué auparavant. Comme indiqué dans le document d'aménagement, ces orientations de gestion sont relativement libres dans leur définition, ce qui permet une relative hétérogénéité des connaissances des joueurs. (*Voir document en annexe*).

La dernière partie de l'aménagement à rédiger l'année 0 est la "charte environnement". Cette charte a été mise en place afin de prendre en compte d'une manière particulière la thématique de biodiversité

comme voulue par les commanditaires du projet. Elle est inspirée d'une charte Natura 2000, et particulièrement de la charte Natura 2000 du site voisin de Vachère (la charte pour la zone Natura 2000 située sur Pélacier n'étant pas rédigée). Pour ne pas rendre le jeu caduc ou trop polémique nous ne l'avons pas appelée charte Natura 2000. Cette charte comprend :

- Le choix de zones sensibles pour le circaète, où la gestion est à adapter
- Le choix de zones d'interdiction de coupes rases
- Le choix de zone d'interdiction de reboisement en Pin noir
- Le choix des zones éligibles pour le contrat "maintien des milieux ouverts"

ii. La mise en place des calendriers prévisionnels et leur confirmation / infirmation, ainsi que la validation par le représentant du PNRL

Tous les 6 ans le joueur forestier doit remplir la feuille de **bail pastoral** (voir en annexe), indiquant ainsi le prix à l'hectare de la location du pâturage ainsi que les zones mises en défens de pâturage. Toutes les autres zones sont considérées comme pâturables.

Ensuite les joueurs forestier et éleveurs sont invités à remplir un **calendrier prévisionnel** respectivement de coupes et travaux et de pâturage. (Voir en annexe les documents correspondants). Ces calendriers sont **soumis pour avis au joueur représentant le PNR du Luberon**. Il est à noter que les interdictions édictées par les joueurs ne sont pas prise en compte par le modèle ; ces interdictions sont dépendantes du contrôle qu'exercent les joueurs sur les actions des uns et des autres.

Ce calendrier leur sera présenté **tous les deux ans** pour **confirmation ou infirmation**. Le joueur forestier aura loisir de reporter ou d'avancer de deux ans des coupes ou travaux, selon un modèle calqué sur une gestion réelle (souplesse de plus ou moins 5 ans dans la réalité). Le joueur éleveur pourra modifier comme il le souhaite son calendrier de pâturage. C'est *a priori* lui qui sera le plus amené à effectuer des modifications

iii. Les prises de décisions hexagénales

Tous les 6 ans, et l'année 0 en fait partie, les joueurs ont un certain nombre de décisions à prendre.

Trois options sont proposées à l'ensemble des joueurs : il s'agit de la **mise en place de points d'eau**, de **débroussaillage mécanique**, et de la **mise en place de tables-bancs**. Chacune de ces options a un coût, qu'un joueur peut entièrement prendre en charge ou qui peut être réparti entre les joueurs selon leurs accords. La définition de ces équipements ainsi que leurs conséquences et leurs coûts sont présentés dans une fiche "guide-joueur" (*non-encore produite*).

La mise en place de point d'eau est utile à l'éleveur, qui assume des coûts supplémentaire lorsqu'un parc ne présente pas de point d'eau. Cela pourrait aussi avoir un impact favorable dans le cadre de la lutte contre l'incendie.

Le débroussaillage mécanique permet d'entretenir des espaces ouverts ou embroussaillés (et pourquoi pas le sous-bois des milieux "fermés", à voir par la suite), dans un but essentiellement de biodiversité et de maintien du pâturage. Cela a également un rôle DFCI (baisse de la masse combustible).

La mise en place de tables-bancs correspond à un exemple de structure légère d'accueil du public (nous avons hésité avec la possibilité de mettre en place des panneaux d'information sur la forêt), et entrainera une augmentation de la fréquentation de la forêt (voir partie D, VI ainsi que annexe "document technique : actions des joueurs").

iv. Les contrats entre joueurs

Les **contrats entre joueurs** se concluraient également **tous les 6 ans**. Cette phrase est au conditionnel car cette option de jeu n'a pas été développée au cours de l'étude. Il s'agirait de contrats entre les joueurs, l'un rémunérant l'autre sous conditions d'évolution de certains indicateurs dans une direction choisie. Par exemple le joueur représentant du PNR du Luberon pourrait passer un contrat avec le joueur forestier afin qu'il prenne plus en compte l'environnement dans sa gestion, la condition du paiement par le PNRL étant une évolution à hauteur d'un certain nombre de points de l'IBP.

v. L'évaluation à 6 ans des indicateurs choisis et la modification de l'aménagement

Tous les 6 ans, les indicateurs choisis par les joueurs sont évalués. En fonction de cette évaluation l'aménagement peut être modifié (*voir en annexe le document d'aménagement*).

Les **objectifs** ont été pris **pour 18 ans et ne peuvent être modifiés**. De même nous avons choisi de bloquer les **zonages** (qui correspondent aux traitements, pour un public forestier) **sur toute la durée de l'aménagement**, c'est-à-dire par exemple qu'une zone en futaie régulière ne pourra être reclassée en futaie irrégulière au cours des 18 ans. En effet les joueurs peuvent se rendre compte en cours d'aménagement que l'atteinte des objectifs peut se faire plus facilement en changeant le zonage. Cependant pour éviter une lourdeur de jeu qui serait induite par une remise en cause trop importante de l'aménagement, ainsi que pour conserver une cohérence dans l'aménagement (afin d'éviter que l'aménagement soit dans les faits entièrement revu tous les 6 ans), nous avons pris cette l'option de "bloquer" le choix des traitements pour toute la durée de l'aménagement. Cette option est discutable et ce point de vue n'est pas partagé par tout le monde ; en effet un classement en "amélioration de futaie régulière" peut facilement changer en classement "futaie irrégulière" par exemple. C'est cependant le choix que j'ai fait et que je maintiens pour les raisons développées ci-dessus.

Ce qui peut être revu **tous les 6 ans** sont le **choix des indicateurs et des orientations de gestion**.

Si les joueurs estiment que tel ou tel indicateur n'est pas pertinent ou doit être complété, ils peuvent modifier leur palette selon la disponibilité des indicateurs recherchés. Le cas échéant ils indiquent ce changement d'indicateur, en rappelant les objectifs auxquels ils se rattachent, sur le document d'aménagement.

Les joueurs peuvent être amenés à modifier leur gestion afin d'atteindre les objectifs qu'ils se sont donnés. Dans ce cas cela doit être cohérent avec l'aménagement, ce qui entraîne une modification des orientations de gestion, à compléter sur le document d'aménagement.

3. Explication du choix du déroulement du jeu

Nous revenons dans ce paragraphe sur certains points de conception des règles de jeu, dont le choix nous paraît important à justifier.

Les objectifs pour la forêt sont listés sur un tableau visible par tous les joueurs d'une même équipe, afin que les joueurs puissent sans difficulté y avoir accès tout en essayant d'organiser la salle afin qu'il n'y ait pas de mimétisme des objectifs d'une équipe à l'autre. La Figure 2 propose une organisation mais celle-ci devra s'adapter au matériel disponible lors de l'exercice. Ces objectifs seront bien sûr essentiels pour le débriefing, où ils pourront à ce moment là être comparés par équipes, et les avoir sous forme de liste toujours visible facilite l'exercice.

Toutes les décisions prises par les joueurs sont formalisée par des documents papier, souvent échangés entre les joueurs (par exemple pour avis du PNRL), avant d'être saisies sur le logiciel informatique. Cela permet une formalisation des décisions prises conforme à la réalité, ainsi qu'une communication entre eux. Les joueurs ne prendront pas de décisions d'une façon "rapide et cachée" par simple saisie informatique. Cela donne une importance officielle aux décisions prises.

Le choix a été fait de ne pas imposer aux joueurs la manière de rédiger l'aménagement. Il avait été par exemple évoqué la possibilité de donner uniquement au joueur PNRL, représentant du rôle "naturaliste", la rédaction de la charte environnement, au seul joueur forestier la définition des zonages correspondant aux traitements en aménagement classique... Nous avons choisi de laisser libre choix à l'équipe pour son organisation, et c'est aussi pour cela que le document est posé sur le bureau de l'animateur, terrain neutre. La façon dont l'équipe choisit de remplir ce document est à analyser dans le débriefing Il peut s'agir du lieu, de la personne qui dirige les débats, de celle qui prend le stylo pour écrire, de savoir si la rédaction se fait collectivement ou bien les joueurs se répartissent naturellement les rôles... C'est aussi un point discutable de l'organisation, et ici aussi d'autres personnes ont un avis différent du mien, la réalité des choses étant que dans la "vraie vie" les acteurs ont des rôles mieux définis. Mais il a été aussi difficile pour l'organisation de définir une "fiche de poste" précise à chacun des joueurs, ceci aurait impliqué un fort déséquilibre des rôles dans LFI.

La liste d'indicateurs n'est pas donnée préalablement aux joueurs, c'est à eux d'imaginer ceux qu'ils désirent suivre et d'en faire la demande à l'animateur. Il s'agit de pousser les joueurs à la réflexion sur les indicateurs, et leurs attentes véritables par rapport aux objectifs qui peuvent être vagues, surtout s'ils sont

consensuels ! Il est à noter que cette décision entraîne une contrainte supplémentaire pour le concepteur du jeu (actuel et futur) qui doit imaginer tous les indicateurs que désire potentiellement chaque joueur, ainsi que pour l'animateur qui doit adapter la demande des joueurs en fonction de l'offre qui sera réellement présente dans LFI (il est en effet illusoire de penser que tous les indicateurs que demanderont les joueurs seront réellement à disposition).

Les règles, et donc les pouvoirs différents accordés aux joueurs résultent de la prise en compte de deux éléments qui tendent à s'opposer. D'une part, la nécessité de créer des rôles qui éveillent l'intérêt des joueurs : concrètement, il ne faut pas qu'un joueur s'ennuie ou ait l'impression d'être inutile lors de la partie. D'autre part, la fidélité à la réalité qui entraîne une asymétrie des pouvoirs : le forestier en tant que gestionnaire attitré possède le pouvoir de décision finale, et d'autant plus en forêt domaniale comme c'est le cas sur Pélicier. L'éleveur prend une décision qui agit concrètement sur les ressources de la forêt, celle de faire pâturer son troupeau, sous contrôle du forestier qui décide des endroits et du prix de pâturage. Le joueur représentant du PNRL, bien qu'ayant un intérêt pour beaucoup de choses, met pas en œuvre directement d'actions de gestion. Il a un seul pouvoir de contrôle des décisions prises, tout en sachant que ce contrôle se traduit seulement par l'émission systématique d'un avis. C'est déjà une amplification de la réalité, et nous pensons que dans le cadre de la formation LFI l'avis sera relativement bien pris en compte. Et dans le cas contraire, cela entraînera sûrement des discussions acharnées dans lesquelles le joueur représentant du PNRL prendra part... Nous avons aussi conçu le jeu avec une part importante de décisions collectives, comme la rédaction et les modifications de l'aménagement, ce qui est le cœur du jeu, de manière à ce que chaque joueur soit un élément important de l'équipe.

4. Avoir des représentations adaptées à chaque joueur

La forêt de Pélicier est représentée sur logiciel informatique, développée avec la plate forme CORMAS (langage SmallTalk ; voir *partie D*). La question se pose donc de la représentation de la forêt : il faut que sur l'écran de l'ordinateur chaque joueur, quelle que soit son origine parmi le public défini en 2. trouve une représentation de la forêt qui lui "parle". Il faut aussi que les joueurs puissent échanger entre eux sur une base commune.

Cela met en évidence la nécessité d'avoir une entrée partagée entre les joueurs, qui est l'entrée principale pour LFI. Cette entrée partagée se fait par le biais d'une "typologie commune". Pour créer cette typologie nous nous sommes bien sûr appuyés sur la méthode développée en partie B.

Cette typologie se divise en 8 modalités :

- "Pinède adulte"
- "Jeune pinède"
- "Chênaie Blanche"
- "Mélange taillis et Pins"
- "Mélange Pins et Chêne Blanc 'individualisé'"
- "Taillis"
- "Garrigue"
- "Pelouse"

Pour de plus amples détails concernant cette typologie commune, voir en annexe le "*Guide joueur – typologie commune*"

Ensuite il est naturel que selon leur rôle et leurs origines, les joueurs désirent des informations supplémentaires sur la forêt. On imagine que les forestiers voudront connaître la composition en essences, la qualité, le capital par exemple alors que l'éleveur voudra connaître la ressource herbacée, l'encombrement, la topographie, la présence de point d'eau... Toujours grâce à la méthodologie expliquée en partie B, nous avons essayé d'identifier les attentes des joueurs afin de permettre la création de "points de vue" sur le logiciel informatique, pour apporter les réponses aux questions des joueurs. Actuellement ces points de vues ne sont pas encore créés, mais nous avons conçu le jeu, les objets modélisés et leurs attributs de façon à ce que le maximum de points de vue potentiellement demandés par les joueurs puissent être programmés (voir *partie D*). Les indicateurs seront aussi pour la plupart disponibles sous forme de points de vue.

On trouve en annexe une liste des points de vue rendus possibles grâce à la modélisation réalisée pour LFI.

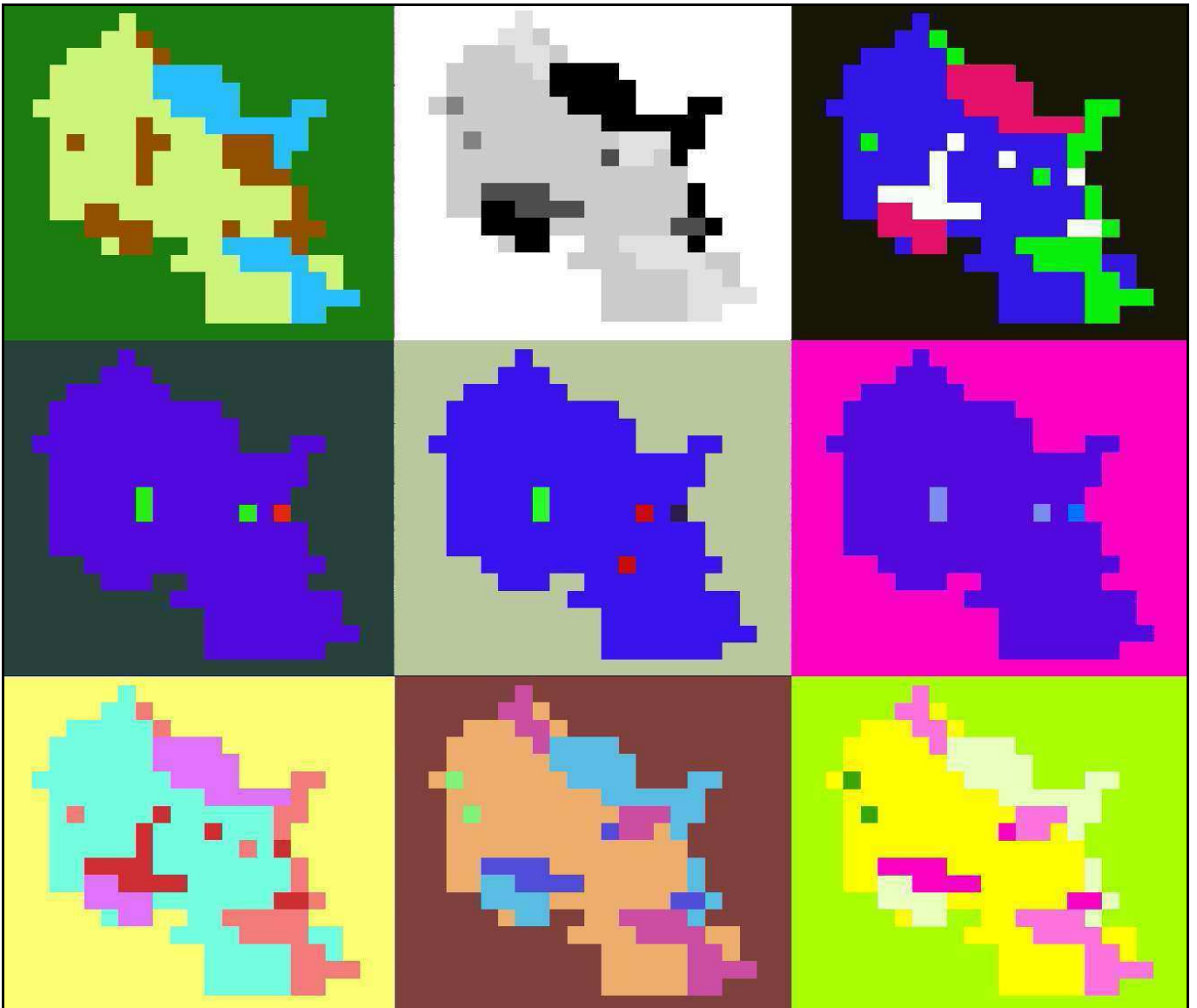
5. L'animation, élément crucial de LaForêtInteractive

Comme expliqué tout au long de ce mémoire, LFI est un "jeu de rôle", impliquant des joueurs, des supports de jeu et un animateur. Celui-ci est la personne qui organise les sessions de formation (d'un point de vue pratique), fait vivre le jeu et qui est la garante de son bon déroulement.

De notre point de vue cette personne doit remplir les conditions suivantes

- Avoir une légitimité territoriale, c'est-à-dire une bonne maîtrise du territoire (la forêt de Pélicier et son intégration dans un territoire plus vaste).
- Avoir tous les outils d'animation bien en main, et surtout une maîtrise de l'outil informatique qui semble être la difficulté la plus importante d'un point de vue technique.
- Être capable d'animer et d'être réactif par rapport aux questions et au comportement des joueurs, surtout lors de la phase de débriefing.

Partie D



Conception du support informatique

Le support informatique, programmé grâce à la plate-forme CORMAS est un des principaux éléments de la formation LaForêtInteractive. En effet c'est en grande partie l'évolution de la forêt selon les actions des joueurs, permise grâce à ce support, qui sera source de discussions entre ceux-ci. Le principe de la programmation est d'écrire un certain nombre de règles explicitant les actions du temps (dynamique naturelle) et anthropiques (des joueurs) sur les ressources modélisées au préalable. Cette partie explique les choix effectués en termes de règles d'évolution et d'import des données de base pour représenter la forêt, et donne un aperçu des procédures techniques utilisées.

Image : diverses représentations pixélisées du secteur du château, sémiologie graphique fantaisiste. (Montage Zoë Lefort)

PARTIE D Conception du support informatique

I. Introduction : comment créer le modèle informatique ?

Le modèle informatique est créé grâce à l'utilisation d'un **système multi-agent** (SMA). Un système multi-agents est constitué d'un ensemble de processus informatiques se déroulant en même temps, donc de plusieurs agents vivant au même moment, partageant des ressources communes et communiquant entre eux.. Un SMA est donc un outil de simulation particulièrement adapté à l'étude de la dynamique des interactions entre ressources et sociétés.

La plupart des recherches sur les ressources naturelles utilisent la modélisation et la simulation. Les finalités sont diverses : le modèle peut être utilisé à des fins de contrôle et de prédiction ou à des fins de compréhension et de confrontation de points de vue. LFI appartient à cette dernière catégorie.

Notre SMA, base informatique pour LFI, est implémenté grâce à la plate-forme CORMAS, développée par le CIRAD. Ci-dessous quelques mots sur ce logiciel inspirés du site <http://cormas.cirad.fr>. Le lecteur désirant des précisions sur les SMA et la plate forme CORMAS pourra y trouver de nombreuses informations.

Spécialisé dans le domaine de la gestion des ressources naturelles renouvelables, le logiciel de simulation multi-agents (SMA) CORMAS se veut un outil de représentation des interactions entre acteurs à propos de ressources naturelles renouvelables.

CORMAS est une plateforme de simulation basée sur l'environnement de programmation VisualWorks qui permet de développer des applications en utilisant le langage de programmation orienté-objet SmallTalk. Les entités pré-définies de CORMAS sont des classes SmallTalk génériques à partir desquelles, par spécialisation et raffinement, les utilisateurs peuvent créer les entités spécifiques à leur modèle.

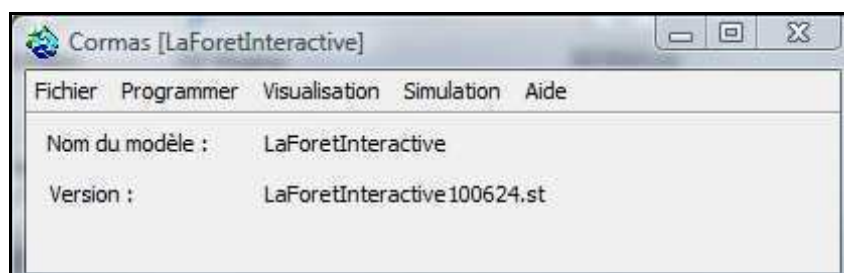


Figure 1 : la plate-forme CORMAS, avec le modèle "LaForetInteractive"

Le travail présenté dans la partie B. nous permet d'avoir une représentation claire et logique de la situation à modéliser, il ne reste "plus" qu'à traduire grâce à CORMAS.

Il s'agit en premier temps de définir les **objets** constituant l'univers de jeu et les **attributs** que ceux-ci auront. Les éléments pertinents pour la modélisation ont été identifiés en partie B., qu'il

s'agit maintenant de choisir précisément quels objets et attributs vont être utilisés pour les décrire. Par exemple, un bois sera défini grâce à son essence, sa catégorie de grosseur et sa qualité.

Une fois ceci défini, il faut réaliser l'importation dans le logiciel. Cela passe par la conversion de données issues du logiciel de système d'information géographique utilisé (ArcGis), ce qui dote les données importées d'une information spatiale compréhensible par CORMAS.

Ensuite ces éléments vont évoluer en fonction de la dynamique naturelle et des actions anthropiques. Cela implique la traduction des dynamiques identifiées en partie B. en règles logiques s'appliquant aux éléments importés. Ces règles sont écrites grâce au langage SmallTalk.

Enfin, pour rendre le jeu utilisable, l'interface est développée. Il s'agit de points de vue permettant aux joueurs de comprendre la forêt et son évolution, et de boîtes de dialogue pour la saisie de leurs décisions.

D'une manière pratique, j'ai été initiée à la programmation afin d'avoir une idée précise de la façon dont est réalisée cette étape. Cependant la programmation réelle est réalisée par Michel Etienne, chercheur à l'INRA d'Avignon, et expert en la matière.

II. Choix architecturaux et import des données initiales pour l'univers de jeu

1. Représentation des ressources identifiées dans la partie B

Les ressources présentées en partie B., figure 7, sont modélisées comme indiqué sur le schéma page suivante (voir *Figure 2 : récapitulatif de la manière dont sont représentés les principaux éléments identifiés en partie B.*). La modélisation informatique des ressources présente des contraintes qui impliquent quelques différences avec l'identification "théorique".

Ces contraintes sont :

- Les informations disponibles, principalement issues de l'inventaire et de la bibliographie. Ainsi la façon dont sont organisées les informations sur les ressources est **fortement inspirée du protocole d'inventaire** (voir les *fiches protocole en annexe*)
- Les possibilités de modélisation qui reposent sur
 - Les connaissances actuelles concernant les lois de dynamique
 - Les règles issues du traitement des données de l'inventaire, valables sur la forêt de Pélacier
 - Les "dires d'expert" suffisamment consensuels pour posséder une légitimité de modélisation
- Les limites du langage et du logiciel informatique

Aux éléments listés sur ce schéma s'ajoute un élément important mentionné en partie C, la typologie commune.

Attardons-nous sur quelques différences notables entre ce qui a été présentée en partie B. et la modélisation proposée ci-dessus, différences qui illustrent la démarche adoptée. Nous ne détaillerons pas toutes les différences pour ne pas inutilement encombrer ce mémoire.

L'eau, ressource principale pour la plupart des acteurs, n'est plus présente sur la *Figure 2 : récapitulatif de la manière dont sont représentés les principaux éléments identifiés en partie B.* La croissance de la végétation est aussi dépendante de l'apport en eau, avec des variations dues à la météorologie or celle-ci n'est pas modélisée dans LFI (dans cette version du moins). Dans l'hypothèse de l'ajout d'un acteur et d'une problématique DFCL, la ressource en eau pourra être représentée par des citernes intarissables, comme pour les points d'eau "éleveur".

L'herbe, dont nous avons à l'origine envisagé la séparation en petites bouchées, grosses bouchées, aphyllante et légumineuses. Après traitement des données et validation avec les acteurs concernés, la "typologie herbe" créée ne comporte plus que trois types, un type "à aphyllante", un type "à légumineuses" et un type "autres" qui correspond principalement à des graminées. Cela est un bon exemple de modification due aux contraintes listées plus haut : en effet le calcul de la ressource fourragère ne prend pas en compte la valeur nutritionnelle différente des espèces (calculée grâce à la formule CASDAR, voir *partie Erreur ! Source du renvoi introuvable. et annexe "calcul des valeurs et indicateurs"*), et la séparation en trois types correspond à un impact différent de l'action humaine sur la ressource, cette action étant "faire pâturer un troupeau".

Le **bois mort**, pour lequel nous avons rencontré des difficultés pour écrire des règles d'évolution. Il est tout de même envisagé une modélisation *via* les facteurs C (bois mort sur pied) et D (bois mort au sol) de l'IBP, celle-ci étant très approximative et peu satisfaisante (voir *le document technique en annexe "calcul des valeurs et indicateurs"*).

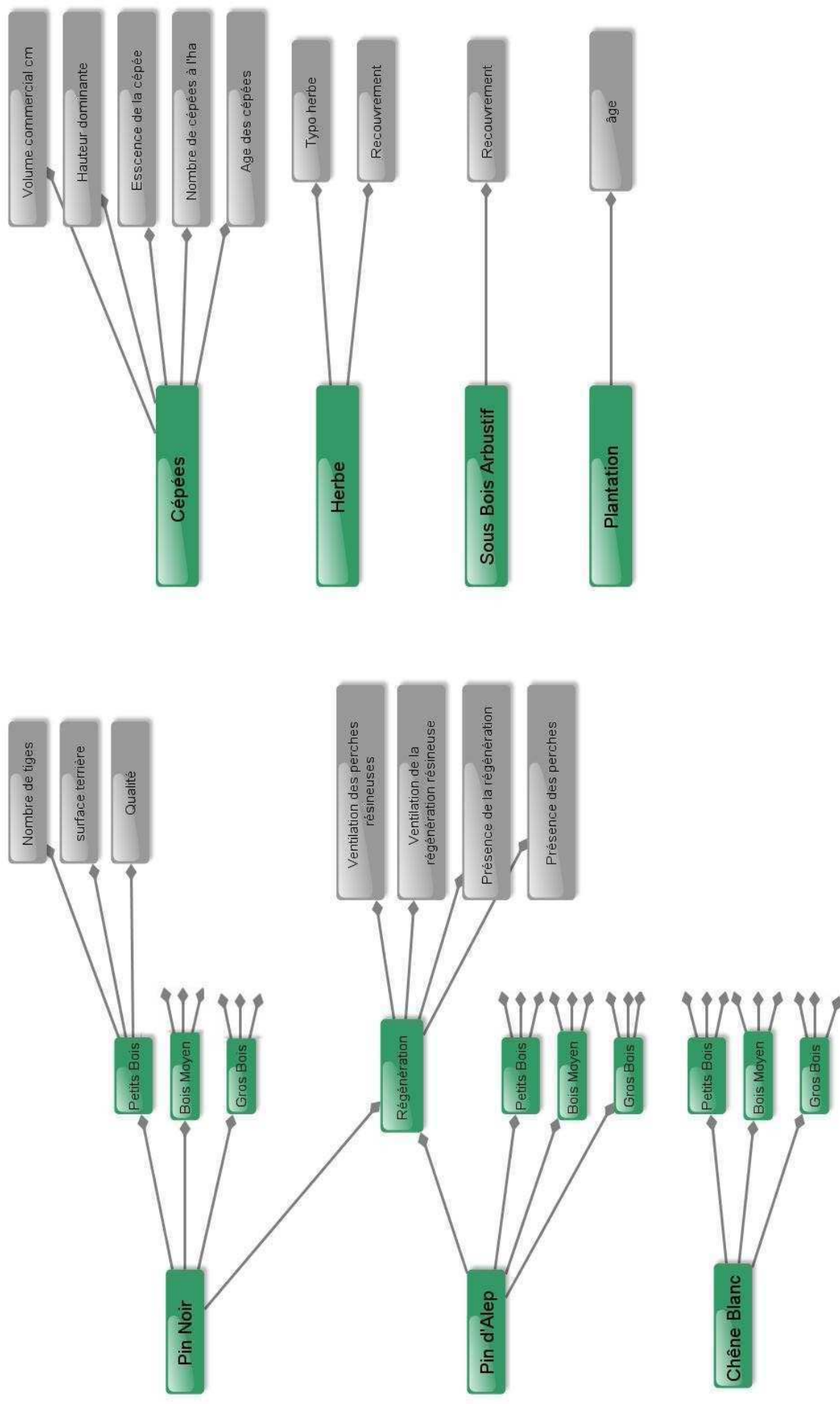


Figure 2 : récapitulatif de la manière dont sont représentés les principaux éléments identifiés en partie B.

Nous avons présenté cette modélisation telle que nous l'avons imaginée. En effet la programmation informatique étant réalisée par Michel Etienne, cette architecture a ou aura subi quelques modifications dont nous ne pouvons donner le détail dans le présent document.

2. Import de la base de données de départ

i. Traitement des données de l'inventaire

L'aménagement en cours de révision sur la forêt domaniale de Pélicier nous a permis de participer à la phase de collecte de données de terrain, et d'y adjoindre un certain nombre de champs supplémentaires pour renseigner la base de données de départ de LFI.

Ces données de terrain ont été transformées ensuite pour constituer l'essentiel des données d'entrées de LFI.

La méthodologie utilisée est inspirée de celle utilisée pour traiter les données d'inventaire statistique pour un aménagement réel. La méthode complète pour la création de cette base de données initiale est décrite dans le document technique "*import de la base de données initiales*", en annexe. Le lecteur souhaitant plus de précisions devra s'y référer. Nous en récapitulons les principaux points ci-dessous, ainsi que quelques exemples.

L'idée est de définir des "zones homogènes" à l'intérieur desquelles il est pertinent de travailler avec les moyennes des valeurs, collectées sur les points d'inventaire contenus dans chacune de ces zones.

Ces zones homogènes ont été créées sous SIG (ArcGis) à partir de :

- la photo aérienne, du scan 25 et du MNT
- la cartographie des peuplements issus de l'ancien aménagement
- données de l'inventaire
- sommier, historiques des travaux
- l'expérience de terrain et du bon sens (!)

On obtient donc une couche SIG contenant 43 "zone homogène", pour lesquelles chacun des attributs va être renseigné.

La dynamique et les actions modélisées dans LFI impliquent le renseignement de nombreux attributs. Ces attributs ne sont pas directement importables des données d'inventaire, et un traitement préalable a dû être effectué afin d'obtenir les renseignements voulus par "zones homogènes". Nous donnons ci-dessous un exemple de traitement réalisé ; les procédures pour l'ensemble des attributs sont expliquées dans le document technique "*import de la base de données initiales*", porté en annexe.

Exemple : obtention de l'information "surface terrière (g) par catégories (Pb Bm, Gb¹) et par essences (PN, PA, CB²)"

Nous avons d'abord dû faire un sort aux autres essences inventoriées, notamment le Pin sylvestre et le Cèdre (les autres étant anecdotiques). Pour ce qui est des bois dit "adultes" (PB, BM, GB) deux options principales s'offraient à nous : soit éliminer purement et simplement les essences non prises en compte dans LFI, soit les "transformer" en l'une des trois essences modélisées. Nous avons considéré que lorsque ces essences supplémentaires sont présentes elles participent à la structuration du peuplement, et nous avons donc intégré ces bois dans nos données. Considérant que la différence de dynamique modélisée entre le Pin Noir et le Pin d'Alep dans notre modèle est relativement minime, nous avons choisi d'appliquer la règle de décision suivante : pour chaque point d'inventaire les bois de cèdre et de pin sylvestre sont répartis entre le Pin Noir et le Pin d'Alep de leur catégorie, au pro rata de leur répartition sur le point.

Une fois ces données "transformées", nous avons établi les moyennes des surfaces terrières par catégorie et par essence, en les arrondissant à l'entier.

¹ Pb = petits bois, diamètre mesuré à 1 m 30 compris entre 17.5 et 27.5 cm ; Bm = bois moyen; diamètre compris entre 27.5 et 37.5 cm ; Gb = Gros bois, diamètre de plus de 37.5 cm

² PN = Pin noir ; PA = Pin d'Alep ; CB = Chêne blanc

ii. Autres données

Nous avons eu à notre disposition des données utiles pour la base de données de LFI, qui ne sont pas issues de l'inventaire.

Les couches SIG de sources différentes nous ont permis d'importer les attributs suivants (l'origine des informations est détaillée entre parenthèses) :

- pente (Modèle Numérique de Terrain, IGN, pas de 50 m)
- presSentierRando³ (couche SIG ONF)
- presPointEau (couche SIG ONF ; entretien éleveurs ; scan 25)
- fertilité (typologie de station issue de l'aménagement précédent, numérisée ; scan 25 pour la topographie et l'exposition ; expérience de terrain)

Tout comme le point précédent (*i. Traitement des données de l'inventaire*), l'explication détaillée de cette procédure est décrite dans le document technique.

iii. Processus techniques d'imports sous CORMAS

Toutes les informations importées dans le modèle informatique sont décrites dans le lexique de LaForêtInteractive, disponible en annexe.

Les informations sont contenues dans des couches SIG, qu'on pixélise au pas d'un hectare (*voir 3. pour justification de la taille du pas*). On obtient donc des couches raster contenant chacune un type d'information (par exemple, surface terrière des gros bois de pins d'Alep). On obtient ainsi autant de raster que d'informations initiales à importer : ces couches sont ensuite exportées sous format ASCII, et ajoutées à l'environnement de LaForêtInteractive par import sous CORMAS. Un environnement contenant toutes les couches ASCII est créé. Il constitue la base de données de départ pour LFI. Chaque cellule de base contient donc toutes les informations importées.

3. Représentation graphique et choix de la taille du pixel

Les joueurs disposeront de différents points de vue pour prendre leurs décisions. Ces points de vue sont des représentations de Pélicier disponibles grâce aux éléments modélisés lors de la programmation du modèle. Ces représentations sont constituées de l'ensemble des informations contenues dans les cellules de base, pour lesquelles il est adopté une sémiologie graphique. Par exemple, chaque cellule de base contient l'information "typologie commune". Le programmeur décide d'un code de couleur pour chaque faciès constituant cette typologie et l'écrit sous CORMAS. Ainsi est créé le point de vue "typologie commune", mis à disposition des joueurs pour appréhender l'univers de jeu.

Le choix d'un hectare pour la surface de la cellule de base a été réalisé en fonction des questions suivantes :

- Que veut-on voir ? Il faut une taille de cellule deux fois inférieure au plus petit élément qu'on veut représenter.
- Quelle fidélité de la modélisation veut-on à partir des données de base ? Il faut en effet ajuster le détail des pixels, et donc de l'information, à la précision des données de départ et à la précision utile suite à la modélisation dans le jeu.
- Quelle pertinence de la modélisation ? Fine ou plus grossière ?
- Quelle finesse de prise de décision par les joueurs ? Prise de décision par pixel, par agrégats ?
- Quelle vitesse de calcul de la machine (pour la faisabilité de la programmation) ? La contrainte étant : il ne faut pas qu'il y ait plus de 100 000 cellules.

Détaillons ces points afin de faire le bon choix concernant la taille de la cellule de base.

Représentation

La cellule de base va servir à représenter la forêt modélisée de façon visuelle. Si on veut une fidélité de "vue", il faut que la cellule de base soit 2 fois plus petite que la plus petite unité de gestion représentée. On cherche donc la plus petite unité de gestion parmi tous les enjeux présents.

³ Ces attributs sont écrits comme dans le programme informatique, d'où l'absence de séparation entre les mots

Il est assumé dès le départ que les unités de gestion très réduites seront modélisées sous forme de présence / absence dans la cellule ; on ne pourra pas les localiser au sein de la cellule mais on saura si elles sont présentes ou non dans cette cellule.

Exemples : les routes, les points d'eau, les nids de circaète

Ces cas mis à part, la plus petite entité de gestion est le pare feu, qui est une bande longiligne de 100 m de large. Une représentation fidèle nécessiterait donc un pixel de 50 x 50 m soit 0.25 ha.

La seconde entité est celle de l'unité de gestion forestière. En effet le seuil minimum pour une description typologique des peuplements est de 0.25 ha et l'agence travaux de l'ONF n'interviendra pas pour moins de 2 ha (données issue d'entretiens avec le personnel de l'ONF).

Fidélité de la représentation des données de base

On ne traitera pas ici des écarts de représentation entre la réalité et les couches polygonales obtenues grâce aux inventaires, cependant il faut garder à l'esprit que cette erreur est relativement importante, et qu'il serait part conséquent illusoire de chercher une adéquation parfaite entre les polygones extrapolés de l'inventaire et les informations rastérisées.

Plusieurs tailles de cellules ont été envisagées, allant de 10m à 400m de coté. Deux tailles ont été testées pour estimer la perte d'information dues à la rastérisation : 50m et 100 m de coté, soit 1/4 d'ha et 1 ha.

Une simple visualisation permet d'affirmer qu'il n'y a pas de petites zones particulières qui auraient été "gommées" par la pixellisation, pour 0.25 comme pour 1 ha. Un test rapide effectué avec une rastérisation de 4 ha montre dans ce cas une disparition de certaines de ces petites zones, pourtant importantes dans le jeu.

Quelques traitements statistiques nous permettent d'affirmer que bien que la pixellisation à 0.25 ha soit généralement plus précise, la précision obtenue par la pixellisation à 1 ha est elle aussi satisfaisante ; les comparaisons statistiques ne permettent pas de rejeter la possibilité de travailler à cette échelle.

Pertinence de la finesse de modélisation

Les processus d'évolution de l'univers de jeu, relativement simples ne nécessitent pas un degré de finesse très important de la cellule de base.

Prises de décision des joueurs sur les pixels

Concernant le secteur du château, seul concerné pour l'instant par le jeu, la rastérisation à 0.25 ha nous permet d'obtenir 765 pixels tandis que celle de 1 ha, 191 pixels. Ces deux nombres sont trop importants pour une prise de décision par cellule de base : les joueurs prendront leur décision sur un agrégat de cellules qui seront de plus amenés à augmenter lorsque le jeu prendra en compte la forêt de Pélicier dans son ensemble.

Faisabilité de la programmation

Il ne faut pas plus de 100 000 pixels pour que l'ordinateur puisse traiter les données, et plus il y a de pixels, plus le temps d'attente lors de l'évolution de l'univers de jeu est important.

L'ordre de grandeur du nombre de cellules évoqué nous permet d'affirmer que cette condition n'est pas limitante dans notre cas.

Conclusion : Choix de la taille du pixel

Pour des tailles de cellule supérieures à 1 ha la visualisation ainsi que la fidélité aux informations initiales se dégrade.

Le pas inférieur testé a été de 0.25 ha. Le choix entre ces deux pas n'est pas très tranché, et **nous avons donc retenu le pas de 1 ha** au vu de la rapidité des calculs que cela induit et au peu de perte d'information ou de précision que cela entraîne.

I. Simulation de la dynamique naturelle

Maintenant que nous avons expliqué comment l'univers de jeu est implémenté dans le support informatique de LaForêtInteractive, le lecteur a les éléments en main pour comprendre la logique d'évolution de cette base de données LFI. C'est donc ce que nous allons expliquer dans ce titre III.

1. Transcription de la dynamique identifiée en partie B.

Les règles d'évolution des éléments de LFI selon la dynamique naturelle ont été écrites en prenant en compte les éléments issus des trois sources suivantes, déjà mentionnées :

- Les connaissances actuelles concernant les lois de dynamique
- Les règles issues du traitement des données de l'inventaire, valable sur Pélacier
- Les "dires d'expert" suffisamment consensuels pour avoir une légitimité de modélisation

C'est-à-dire que chacun des éléments modélisés va évoluer selon des règles qui prennent en compte les autres éléments présents sur la cellule ou sur des cellules voisines. Le détail des règles est expliqué dans le document technique "*modélisation de la dynamique naturelle*", disponible en annexe. Ci-dessous nous présentons deux exemples de règles, pour la croissance des petits bois et celle des cépées de taillis. Un court texte explique la règle de façon littérale et l'encadré propose une relation logique, prête à être programmée (nous rappelons que la programmation est effectuée par Michel Etienne).

Croissance des petits bois

La surface terrière des petits bois (gPb) évolue chaque année en fonction de la valeur d'accroissement choisie pour le Pin Noir en fonction de la fertilité, au prorata de l'importance des petits bois sur le pixel.

La valeur d'accroissement utilisée dépend aussi de l'ouverture du peuplement ; si le peuplement est trop ouvert on considère qu'on ne peut avoir un accroissement maximum, et cette valeur d'accroissement est diminuée. Si le peuplement est suffisamment fermé pour "rentabiliser" l'espace ($g_{Tot} > 25m^2$), on utilise les valeurs d'accroissement optimum pour la classe de fertilité donnée

La croissance des petits bois est aussi affectée par la fermeture du peuplement causée par les bois moyens et gros bois. Si le peuplement est trop fermé les petits bois ne poussent plus, et meurent à l'issue de 20 années consécutives de fermeture, 20 années qui ne seront pas atteinte si on ne joue qu'un seul aménagement (18 ans). Les relevés d'inventaire nous permettent d'affirmer qu'une proportion très réduite des peuplements est susceptible de franchir la droite d'auto-éclaircie même si aucune coupes n'est réalisée dans les 18 ans que dure la partie.

Si typoc = 1; 2; 3 ; 8

Si $g_{BmPN} + g_{GbPN} \leq 25 m^2/ha$ (le peuplement n'est pas régularisé dans les Bm / Gb)
compteurPbPN = 0

Si $0 < g_{Tot} < 25$

gnouvPbPN = $g_{PbPN} + [accsmtGPNfert(1, 2 \text{ ou } 3)] * (25 / g_{Tot}) * (g_{PbPN} / g_{tot})$

diminution de production due à l'ouverture trop importante du peuplement
Pro-rata des petits bois de PN dans le peuplement total

Sinon

gnouvPbPN = $G + accsmtGPNfert(1, 2 \text{ ou } 3) * (g_{PbPN} / g_{tot})$

Sinon

compteurPbPN = compteurPbPN + 1

Si compteurPbPN < 20 les PB survivent mais végètent

gnouvPbPN = GPB

Sinon

gnouvPbPN = 0 les PB meurent après 20 ans de fermeture de couvert en Bm / Gb

Croissance des cépées (taillis)

La croissance de l'objet "cépées" est modélisée par l'évolution des attributs de hauteur dominante (*hCepee*) et de **volume commercial découpe 4 cm** (*volCepee*). La valeur de ces attributs dépend de l'âge des cépées (*ageCepee*).

La croissance en volume est simulée linéairement, selon la fertilité de la cellule.

La croissance en hauteur est simulée linéairement jusqu'à un certain âge dépendant de la fertilité sur laquelle est située la cellule. Au-delà de cet âge, on considère que les cépées ont atteint leur hauteur maximale.

Le paramètre d'accroissement pour le volume, *accsmtVCepee**fert*(1, 2 ou 3), est renseigné dans le modèle pour un taillis dit "complet" de 1500 cépées à l'ha. Pour les autres densités de taillis on diminue cet accroissement selon le rapport de la densité sur 1500.

Nous rappelons que l'objet "cépée" comporte des cohortes, et que *nbCepee* = densité de cépées **pour la cohorte**.

Par cohortes

Si *typoC* = 3 ou 4

ageCepee = *ageCepee* + 1

Si *nbCepee* = 1500

volumeCepee = *ageCepee* * *accsmtVCepee**fert*(1, 2 ou 3)

Si fertilité = 1

Si *ageCepee* < 50

hauteurCepee = *ageCepee* * *accsmtHCepee**fert*1

Sinon *hauteurCepee* = 16.75

Si fertilité = 2

Si *ageCepee* < 40

hauteurCepee = *ageCepee* * *accsmtHCepee**fert*2

Sinon *hauteurCepee* = 8.25

Si fertilité = 3

Si *ageCepee* < 40

hauteurCepee = *ageCepee* * *accsmtHCepee**fert*3

Sinon *hauteurCepee* = 5

Si *nbCepeeCepee* = *nbCepee*

volumeCepee = (*ageCepee* * *accsmtVCepee**fert*(1, 2 ou 3)) * *nbCepee*/1500

On diminue l'accroissement en volume par rapport au taillis "plein" de 1500 cépées / ha

Si fertilité = 1

Si *ageCepee* < 50

hauteurCepee = *ageCepee* * Accroissement (fertilité 1)

Sinon *hauteurCepee* = 16.75

Si fertilité = 2

Si *ageCepee* < 40

hauteurCepee = *ageCepee* * Accroissement (fertilité 2)

Sinon *hauteurCepee* = 8.25

Si fertilité = 3

Si *ageCepee* < 40

hauteurCepee = *ageCepee* * Accroissement (fertilité 3)

Sinon *hauteurCepee* = 5

NB : le "nbCepee" est différent du "densitéCepee" à cause des coupes réalisées

La typologie commune est aussi un élément à faire évoluer dans LFI, c'est même comme nous l'avons déjà expliqué, l'élément principal. La dynamique naturelle appliquée à cette typologie est représentée dans la **Figure 1**.

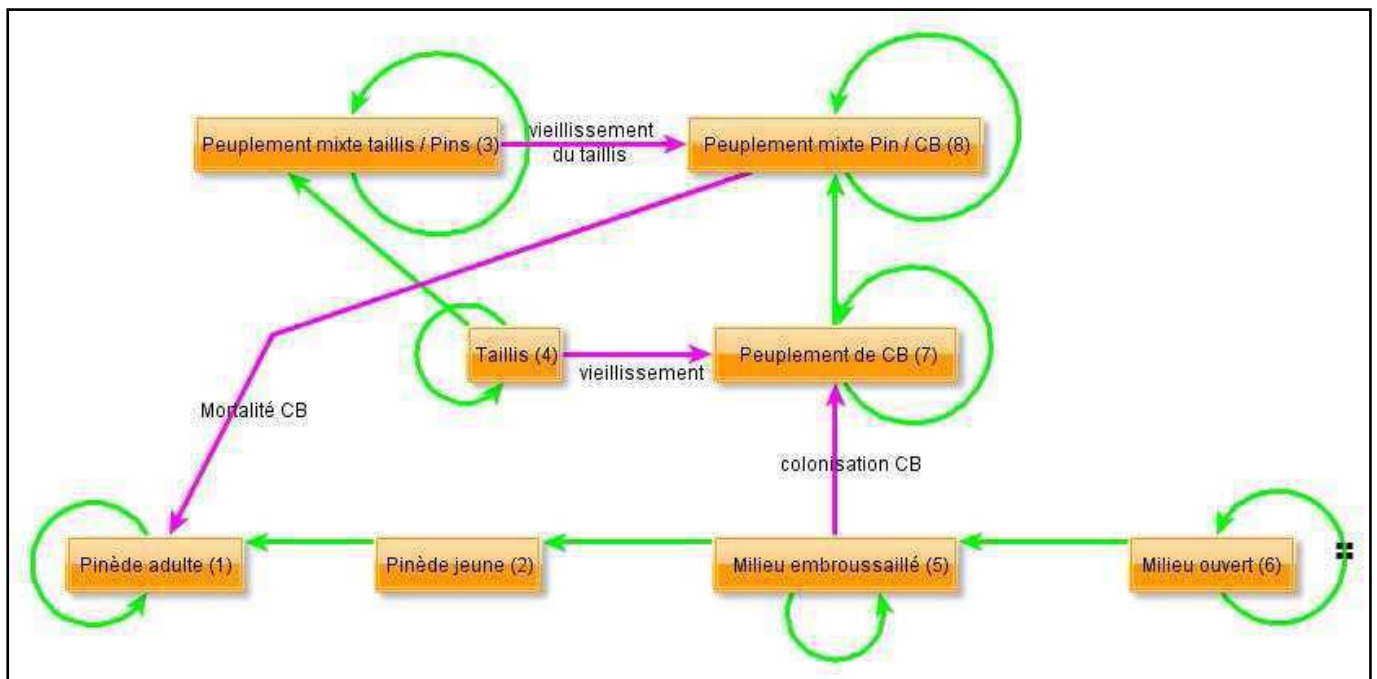
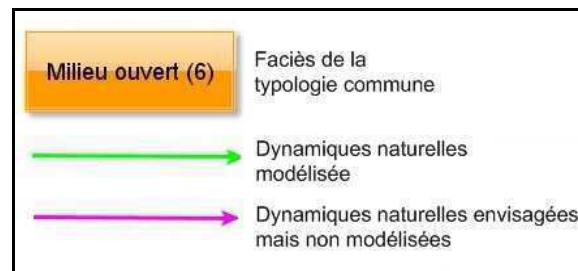


Figure 1 : modélisation de la dynamique naturelle appliquée à la typologie commune

2. Validation du choix des règles

La méthodologie ComMod (voir partie B) implique une validation du modèle avec les acteurs concernés, afin de s'assurer que l'univers modélisé est bien cohérent, et ceci y compris après que le jeu ait évolué, c'est-à-dire qu'une représentation de la forêt de Pélicier dans le futur soit créée.

Les choix de modélisation et l'écriture des règles ont été validés de différentes manières selon les parties du modèle.

Grâce à notre implication assez importante dans le monde forestier, la partie forestière a été validée en quelque sorte en continu, *via* de nombreuses questions aux différents acteurs, principalement les gestionnaires de terrain.

La partie pastorale a été validée lors d'une rencontre avec Bénédicte Beylier, du CERPAM.

Concernant la biodiversité, la modélisation de l'IBP a été validée avec Pierre Gonin, co-concepteur de cet indice. La prise en compte d'espèce remarquable (Petit rhinolophe et Circaète Jean-le-blanc) n'étant pas très avancée à l'issue de stage, il n'a pas eu lieu de faire de validation.

Ces "validations" ne concernent que les règles écrites. Dans le futur, des validations plus importantes concernant les résultats du programme informatique et du modèle dans son ensemble doivent être effectuées. Nous avons déjà effectué quelques recherches dans ce sens : des peuplements issus de

LFI ont été modélisés sous CAPSIS par Philippe Dreyfus et les sorties doivent être analysées par la suite. Une réunion de présentation du début de modèle LFI a été faite dans les locaux de l'ONF à Manosque.

I. Récapitulation des modélisations par enjeu

Nous proposons dans cette partie un bilan par enjeu des modélisations choisies, afin que le lecteur ait une vision globale du modèle LaForêtInteractive. Les modélisations détaillées, notamment concernant le calcul des valeurs et indicateurs ainsi que les actions et leur conséquences à disposition des joueurs, peuvent être trouvées en annexe dans les guides techniques "calcul des valeurs et indicateurs" et "actions des joueurs".

1. Enjeu forestier

i. Actions du joueur forestier

Le joueur forestier sera amené à prendre des décisions sur des **"zones" forestières**, qui sont des **agrégats de cellules** ayant des caractéristiques semblables pour une gestion forestière. La façon dont sont créés ces agrégats est encore en réflexion, mais une piste a été proposée par Michel Etienne lors de la dernière réunion dans les locaux de l'ONF de Manosque. Cette piste consiste à croiser la surface terrière totale, divisée en grandes classes, et la fertilité et de découper en zones contigües de 4 à 5 ha (donc 4 à 5 cellules contigües) correspondant à un seuil de surface minimale pour la gestion. L'inconvénient de cette méthode est que certaines zones particulières (par exemple, un peuplement très ouvert de chênes blancs autour du château) ne sont pas prises en compte car leur superficie est inférieure à 4 ha.

La **"boîte à outils coupes"** mise à disposition du joueur forestier est la suivante :

	Modalités				
	Agrégats	Essences	Catégories	Intensités (en prop de tiges présentes)	Modes d'exploitation
Possibilités pour le joueur	Renseigner le n° de la zone	Pin Noir Pin d'Alep Chêne Blanc Cépée	Petits bois Bois Moyen Gros Bois	1/5 1/2 Totale Balivage (si Essence = Cepee)	Régie avec séparation de qualité (RASQ) Sur Pied sans séparation qualité (SPSSQ) Laisser 2 arbres/ha coupés au sol
Conditions		Présence	Présence	Ne pas être en pixel protégé (coupe totale) Balivage : au moins une cohorte avec âge > 20	

Voici également la **"boîte à outil travaux"**

	Modalités			
	Agrégats	Essences	Type de travaux	Autres modalités
Possibilités pour le joueur	Renseigner le n° de la zone	Pin Noir Pin d'Alep Chêne Blanc	dépressage élagage plantation	Pb Bm Gb (élagage) Densité : 1 100 400, 100(plantation)
Conditions		Présence		Présence

La piste initiale était d'utiliser des itinéraires techniques pour ramener le peuplement à des valeurs standards en régulier, en irrégulier selon le type de coupe, et donc de proposer au joueur différents types de coupes comme "amélioration forte" ou "définitive"... Cette piste initiale n'a pas été suivie pour trois raisons :

- La grande diversité intra peuplement assez bien rendue par la modélisation qui rend difficilement modélisable des coupes standardisées (il faudrait alors des peuplements très standardisés, ce qui n'est pas conforme avec la réalité et le choix de représentation)
- La faible capitalisation par rapport aux normes indiquées dans la littérature, qui rend inadéquates ces normes sur Pélacier

- Le fait que cette option soit très forestière, et implique d'ors et déjà des scénarii prédéfinis. Il faudrait dans un premier temps expliquer tout le jargon aux non-initiés, et ensuite ceux-ci prendraient des décisions de coupes sans décider réellement ce que cela implique.

Nous avons alors décidé de proposer au joueur la possibilité de faire des coupes "au choix", avec l'éventualité d'analyser dans le débriefing le type de coupes réalisées (ensemencement, rase, définitive, irrégulière...). Le joueur possédant de solides connaissances sylvicoles pourra appliquer la sylviculture de son choix en accord avec le mode de gestion choisit pour chacune des zone. Le joueur n'ayant pas ou très peu cette culture forestière devra s'appuyer sur des documents de vulgarisation disponibles dans le cadre de LFI (non encore produits).

L'inconvénient de cette méthode étant la multiplication des décisions à prendre (par agrégats, essences, par catégories, intensités, modalités diverses...), ce qui implique un temps de décision long ainsi que la nécessité de trouver une interface qui permette rapidement de faire ceci.

Ci-dessous un exemple d'impact de la prise de décision du joueur forestier.

Coupe d'essence "de futaie"

La coupe avec les modalités choisies par le joueur fait baisser la densité de tiges et la surface terrière par rapport au peuplement initial.

Traduction logique pour la programmation informatique :

Si Essence = PN ; PA ; CB

$Nb = Nb * (1 - intensité)$ (par agrégats, essence, catégories, cohortes)

Les décisions du forestier ont aussi de nombreuses conséquences sur :

- Son budget, selon le volume, la qualité, le mode d'exploitation des bois choisi
- La valeur fourragère
- L'IBP
- La typologie commune

La Figure 1 ci-dessous explicite l'action du joueur forestier sur la typologie commune.

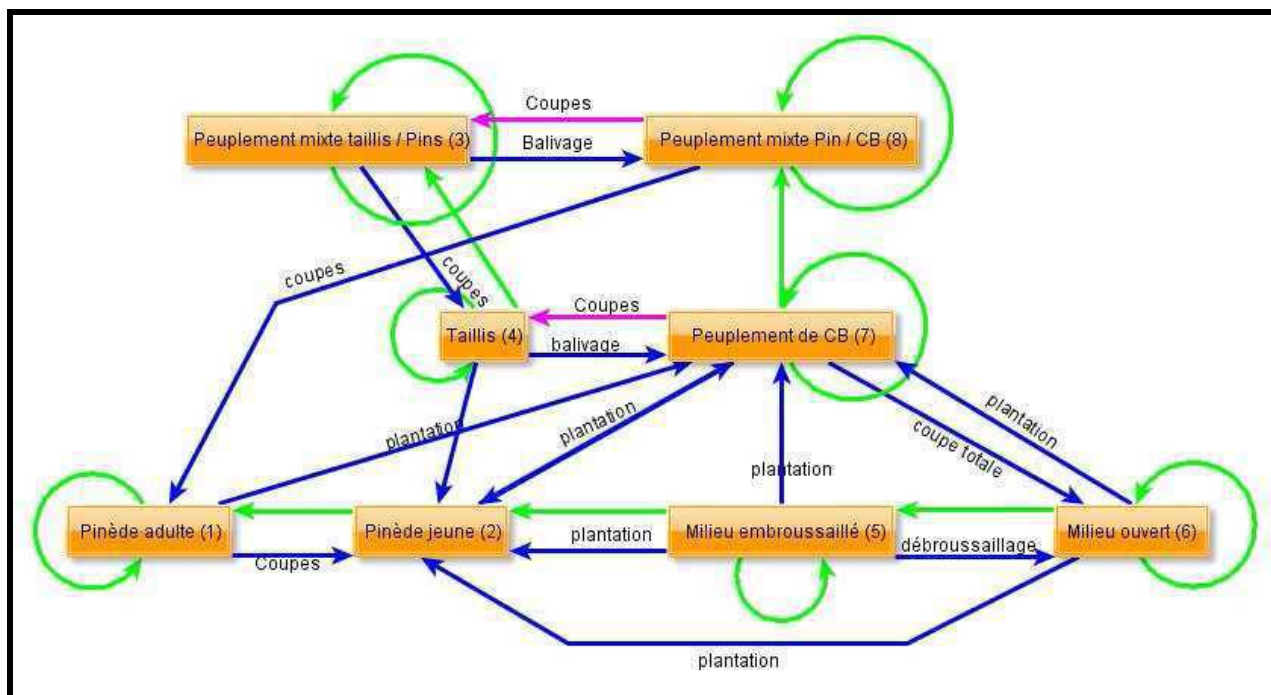


Figure 1 : Affectation de la dynamique naturelle par les actions des joueurs. Les flèches bleues correspondent à l'action des joueurs

Ce graphique est à mettre en parallèle avec la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présenté en II. 1.

Pour plus de détails, voir en annexe le document technique "actions des joueurs".

i. Calcul de la valeur des bois

La **valeur des bois**, est l'indicateur par excellence de l'enjeu sylvicole. Nous donnons ci-dessous un aperçu de la manière dont elle est calculée dans LFI, ici pour le Pin noir.

Pour le Pin noir

Calcul du volume

On utilise la formule :

$$V = f * G * H$$

Avec :

f = 0.5

G = nbCoupe(Pb, Bm, Gb)PN * g(Pb, Bm, Gb)PN ou nb(Pb, Bm, Gb)PN * g(Pb, Bm, Gb)PN

H = hMoy(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN

Où :

nbCoupe(Pb, Bm, Gb)PN = nb(Pb, Bm, Gb)PN * intensite

Si mode d'exploitation = laisser au sol 2 arbres/ha

nbCoupe(Pb, Bm, Gb)PN = nbCoupe(Pb, Bm, Gb)PN – 2

Calcul de la valeur

On calcul les volumes par **qualité**, c'est-à-dire :

Volume "bonne" qualité = [0.5 * nb(Pb, Bm, Gb)PN * intensite * g(Pb, Bm, Gb)PN * hMoy(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN] * qual(Pb, Bm, Gb)PN

Volume "mauvaise" qualité = [0.5 * nb(Pb, Bm, Gb)PN * intensite * g(Pb, Bm, Gb)PN * hMoy(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN] * (1 - qual(Pb, Bm, Gb)PN)

Même formule sans multiplier par l'attribut intensité pour estimer le volume sur pied du peuplement

Puis on multiplie par le **prix** de chacune des qualités

Valeur de la coupe pour le PN = volume "bonne" qualité * **prixBQPN** + volume "mauvaise" qualité * **prixBT**

Et donc au final

Valeur de la coupe pour le PN = [0.5 * nb(Pb, Bm, Gb)PN * intensite * g(Pb, Bm, Gb)PN * hDom(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN] * qual(Pb, Bm, Gb)PN * **prixBQPN** + [0.5 * nb(Pb, Bm, Gb)PN * intensite * g(Pb, Bm, Gb)PN * hDom(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN] * (1 - qual(Pb, Bm, Gb)PN) * **prixBT**

Valeur des bois sur pied pour le PN = [0.5 * nb(Pb, Bm, Gb)PN * g(Pb, Bm, Gb)PN * hDom(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN] * qual(Pb, Bm, Gb)PN * **prixBQPN** + [0.5 * nb(Pb, Bm, Gb)PN * g(Pb, Bm, Gb)PN * hDom(Pb, Bm, Gb)(fertilité 1, 2, 3)PN] * (1 - qual(Pb, Bm, Gb)PN) * **prixBT**

NB : c'est cette valeur qui sera à la base de la somme créditée sur le compte forestier en cas de coupe du peuplement. En effet ladite somme est dépendante d'autre facteurs comme les modalités de vente ou le volume vendu.

Le récapitulatif exhaustif des valeurs calculées dans LFI est situé en annexe, guide technique "Calcul des valeurs et indicateurs".

2. Enjeu pastoral

i. Actions du joueur éleveur

Tout comme le joueur forestier, le joueur éleveur prendra ses décisions sur des **zones pastorales**, dont la définition non encore décidée sera différente de celle des zones forestières.

La principale décision du joueur éleveur est de décider des parcs où il fera pâturer son troupeau de vaches durant 8 mois de l'année

Le tableau qui suit résume les prises de décisions de l'éleveur pour établir son **calendrier de pâturage**.

Modalités	Mois	Nb de bêtes	Zones
Conditions	Novembre Décembre Janvier Février Mars Avril Mai Juin	De 0 à nbVachesTot Somme des nbVachesParc = nbVachesTot	Ne pas être sur une zone mise en défens par le forestier

Sur Pélicier il y a 2 types d'éleveurs, les éleveurs bovins qui parquent leurs troupeaux et l'éleveur ovin qui pratique le gardiennage.

Nous avons retenus les bovins en parc, le gardiennage semblant être bien trop difficile à modéliser et peu adapté au jeu. Le choix entre bovin et ovin a été plus délicat, le souci de réalisme nous poussant à modéliser des vaches, tout en sachant que dans la région se pratique l'élevage ovin.

Nous attirons l'attention sur le fait que dans la version de LFI proposée ici peu de facteurs dépendent de ce choix. Si la décision était prise de modéliser des brebis par la suite, il n'y aurait qu'à multiplier les valeurs fourragères par 7 pour obtenir la potentialité fourragère pour des brebis, faire de même pour les besoins en eau et revoir la hauteur de feuille accessible pour les brebis. Les arbustes appétants représentés par le "SBA" sont aussi appétants pour les brebis (voir feuille de prise de donnée).

Les 8 mois de parc modélisés dans le jeu correspondent à la fourchette large des pratiques de différents éleveurs présents sur Pélicier.

Les conséquences de la définition de ce calendrier de pâturage concernent

- Le budget de l'éleveur, qui est diminué du coût de mise en place des clôtures, du charriage de l'eau le cas échéant, et qui est augmenté grâce au contrat MAET et de la vente de ses bêtes.
- La valeur fourragère qui est diminuée par le pâturage
- Certains objets ressources en fonction de la pression du pâturage : jeunes plants, taillis fraîchement recépé, herbe selon la typologie... Nous avons essayé de prendre en compte les impacts du bon et du mauvais pâturage (sur ou sous pâturage)
- La bonne santé du troupeau de l'éleveur selon les ressources mises à disposition de celui-ci.

Pour de plus amples détails, se référer au document technique "actions des joueurs" en annexe.

Ci-dessous un exemple de conséquence de la mise en place du calendrier pastoral

Conséquence financière

L'éleveur supporte les coûts de pose de clôture pour les parcs, ainsi que le coût de location des espaces pâturés qu'il paye au forestier

Faire tourner les lignes ci-dessous pour...

... les 8 mois (*Octobre à Juin*)

... chaque parc (*si plusieurs*)

$\text{compteEleveur} = \text{compteEleveur} - \text{perimetreParc} * \text{prixCloture} - \text{prixBailPasto} / 12 * \text{nbPixel}$

$\text{compteForestier} = \text{compteForestier} + \text{prixBailPasto} / 12 * \text{nbPixel}$

Si $\text{presEau} = 0$

$\text{compteEleveur} = \text{compteEleveur} - \text{prixCharriageEau} * \text{nbVachesParc}$

i. Calcul de la valeur pastorale d'une cellule de base

Nous avons retenu pour LFI la méthode du programme CASDAR, car les données d'entrée de celui-ci sont relativement simples, il s'agit du recouvrement en herbe et en feuillage appétant, ainsi que de la saison. De plus l'expression de la valeur fourragère est très compréhensible et manipulable : il s'agit de la "journée brebis pâturage" (jbp). Nous convertissons cette unité en "journée vache pâturage" comme suit : 1 jvp = 7 jbp.

Le recouvrement en herbe et le recouvrement en feuillage exigés par la formule CASDAR sont modélisés dans LFI grâce au recouvrement en herbe, au recouvrement en sous-bois arbustif appétant et au recouvrement du taillis dans sa partie accessible pour des vaches (1m50).

Le tableau suivant est donc utilisé

Saisons				
<i>Printemps</i>	<i>Été</i>	<i>Automne</i>	<i>Arrière-saison</i>	<i>Hiver</i>
Avril-Juin	Juillet-Aout	Septembre-Octobre	Novembre - Décembre	Janvier - Mars
$[\text{600 jbp/ha} - [\text{80} - (\text{recSBA} + \text{recHerbe} + \text{recCepee} * \text{H1FCep ee})] * 10] / 7$	$[\text{450 jbp/ha} - [\text{80} - (\text{recSBA} + \text{recHerbe} + \text{recCepee} * \text{H1FCe pee})] * 10] / 7$	$[\text{600 jbp/ha} - [\text{80} - (\text{recSBA} + \text{recHerbe} + \text{recCepee} * \text{H1FCepee})] * 10] / 7$	$[\text{600 jbp/ha} - [\text{80} - (\text{recSBA} + \text{recHerbe} + \text{recCepee} * \text{H1FCepee})] * 10] / 7$	$[\text{200 jbp/ha} - [\text{80} - (\text{recSBA} + \text{recHerbe} + \text{recCepee} * \text{H1FCepee})] * 50] / 7$

NB : Les valeurs sont divisées par 7 par rapport au programme CASDAR pour la conversion en jvp

A cette valeur est ajoutée la ressource fourragère en glands, calculée grâce à des données issues de la thèse de Bruno Msika. Étant donnée la difficulté à estimer sa valeur fourragère ainsi que la variabilité de la ressource suivant les années, nous nous posons encore la question de la pertinence de sa modélisation.

Nous rappelons qu'à la date de rédaction de ce mémoire, LFI est loin d'être fini de programmé, et notamment cette partie pastorale.

2. Enjeu environnemental

Le joueur "naturaliste", représenté par le rôle "représentant du PNRL", n'a pas d'action directe sur les ressources, comme expliqué dans la partie C. Il n'y a donc pas de modélisation informatique correspondant aux actions de ce joueur.

La biodiversité "ordinaire" est prise en compte avec le calcul des 7 facteurs dus à la gestion de l'IBP (voir en annexe la fiche de protocole utilisée et sa notice). Ces facteurs sont

- Richesse en essences forestières autochtones
- Structure verticale de la végétation

- Bois mort sur pied de "grosse" circonférence
- Bois mort au sol de "grosse" circonférence
- Très gros bois vivants
- Arbres vivants porteurs de microhabitats
- Milieux ouverts

Chacun de ces 7 facteurs sont modélisés grâce aux éléments disponibles dans LFI pour toutes les cellules sauf celle de typologie milieux ouvert ou embroussaillés, car il s'agit d'un indicateur forestier. Cette modélisation est approximative et la pertinence de ces modélisations est variable selon les facteurs.

Ci-dessous un exemple de modélisation d'un facteur de l'IBP.

IBP acteur A : Richesse en essences forestières autochtones

À disposition dans la modélisation :

- Pin d'Alep
- Chêne Blanc

On utilise donc ces deux espèces pour établir une grille de notation IBP-LFI pour ce facteur

Note	0	2	5
IBP	1 ou 2 genres	3 genres	4 genres et plus
IBP-LFI	Pas d'essences autochtones	PA ou CB	PA et CB

Remarque : pour la liste des genres autochtones voir le protocole IBP en annexe.

Une telle modélisation implique de ne pas partir des données issues de l'inventaire.

Si nous tentons une comparaison entre l'IBP calculé et l'IBP modélisé, cela donne les résultats suivants :

	% de cohérence entre IBP mesuré et IBP modélisé	% d'écart de plus de 5 points
Facteur A	3	46

Nous avons calculé le facteur A modélisé grâce aux données issues des couches attributaires importée sous Cormas, pour chaque point IBP "réel", c'est-à-dire issu de l'inventaire. Nous avons réalisé ce calcul sous Excel, n'ayant pas encore le modèle CORMAS.

La cohérence entre l'IBP modélisé et mesuré est très faible.

Nous faisons remarquer que l'IBP modélisé vaut pour des polygones "homogènes" issus du traitement des données de l'inventaire (voir partie), alors que l'IBP mesuré est ponctuel.

Les résultats pour le facteur A ne sont vraiment pas bons. Il y a en effet de nombreuses espèces arborées présentes sur Pélacier que nous n'avons pas modélisées, comme les pommiers, poiriers, merisiers, érables, peupliers, robiniers, sorbiers....

Nous ne nous étendons pas sur les causes de cet écart entre les données mesurées et les données réelles ; la grossièreté de la modélisation due aux attributs à notre disposition est assez flagrante pour qu'on comprenne qu'il est impossible d'obtenir une modélisation fidèle aux données de départ.

Cependant cet écart justifie le fait qu'on ne prenne pas en compte les données initiales issues de l'inventaire pour l'IBP-LFI, facteur A : celui-ci sera calculé par cellule de base à l'initialisation du jeu.

Concernant la biodiversité remarquable, nous avons envisagé de prendre en compte le circaète Jean-le-blanc ainsi que le Petit rhinolophe.

Les règles concernant le Circaète ont été écrites pour le SMA développé sur l'ensemble du territoire du Luberon. Il est envisagé de les reprendre.

Nous avons manqué de temps pour réfléchir à des règles concernant l'évolution de la population de Petit rhinolophe et l'impact de la gestion.

II. Actions communes et autres enjeux

i. Actions communes

Les actions communes sont au nombre de trois dans LFI :

- Débroussaillage
- Mise en place de points d'eau
- Mise en place de tables-bancs

Ces actions peuvent être financées par les trois joueurs, selon leur disponibilité à payer. Leur budget s'en trouvera donc diminué en conséquence.

Ci dessous un exemple de traduction d'une action commune.

Débroussaillage

Le débroussaillage entraîne une éradication du sous-bois arbustif (SBA), et un changement de typologie de milieu embroussaillé à milieu ouvert le cas échéant

Si typoc = 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 7 ; 8

recSBA = 0

Si typoc = 5

typoc = 4

Si typoc = 4

typoc = 4

Les budgets des différents joueurs sont débités du coût du débroussaillage, selon le pourcentage de participation de chacun.

$\text{compteForestier} = \text{compteForestier} - \text{financeDebroussaillageF} * \text{prixDebroussaillage}$

$\text{compteEleveur} = \text{compteEleveur} - \text{financeDebroussaillageE} * \text{prixDebroussaillage}$

$\text{comptePNRL} = \text{comptePNRL} - \text{financeDebroussaillagePNRL} * \text{prixDebroussaillage}$

i. Autres enjeux

DICI

Nous avons envisagé l'introduction d'un indice de combustibilité, comme indicateur pour les joueurs, et une mise à feu, le tout sur le modèle de "SylvoPast". Ce serait *a priori* possible mais ce n'était pas encore réalisé à la date de fin de l'étude.

Fréquentation par le public

Il a été envisagé un indice de fréquentation par le public afin que les joueurs puissent prendre cela en considération dans leur analyse. Celui-ci a été imaginé d'une façon très simple : l'idée est d'identifier les pixels où il y a un site propice à l'accueil du public : tables-bancs, sentiers de randonnée, point de vue, puis de leur attribuer un indice de fréquentation en fonction de leur éloignement à certains pixels définis comme les entrées de la forêt.

Partie E



Résultats, Bilan et Perspectives

Les parties A, B, C et D précédentes nous ont amenés à expliquer l'ensemble de la démarche adoptée lors de la création de LaForêtInteractive, de la demande initiale à la conception du support informatique. Cette dernière partie se veut un état des lieux de l'avancement du projet à la date de fin de stage, c'est à dire une récapitulatif des résultats obtenus, un retour d'expérience et une analyse critique du travail réalisé ainsi que des pistes pour un développement futur.

Photo : vue sur le village de Dauphin et la forêt de Pélicier à travers un champ de blé (Crédit photographique : Zoë Lefort)

PARTIE E Résultats, Bilan et Perspectives

I. Résultats au 18 Juillet, date de fin de stage

Rappel : le cahier des charges du stage était le suivant (partie A III.)

- *Création du schéma conceptuel de la forêt de Pélicier, c'est-à-dire (définition)*
- *Conception du jeu de rôle, c'est-à-dire édicter les règles, concevoir la partie informatique et imaginer l'animation d'un tel outil*
- *Test de l'outil lors d'une journée de formation et débriefing de ce test.*

Le premier point concernant le schéma conceptuel a été mené en entier. Le deuxième point qui à trait à la conception du jeu de rôle a été traité partiellement : nous détaillons dans la partie suivante l'avancement de ce point. Le troisième point, le test de l'outil dans une première version et le débriefing, n'a pas été réalisé.

1. Conception du jeu de rôle et du support informatique

Nous estimons que l'architecture du jeu de rôle, c'est-à-dire l'ensemble des décisions concernant les règles, les pas de temps, le déroulement de la formation, expliqués dans la partie B, est suffisamment complet pour mettre en place une première version de LFI. Ce qui fait défaut pour un premier test de LFI à l'issue des 6 mois de stage est un support informatique finalisé, du moins une première version. Nous reprenons ci-dessous l'état l'avancement de ce support informatique.

Les premiers résultats du logiciel ont été présentés lors d'une réunion de restitution à l'ONF le 7 Juillet 2010. Ces résultats étaient :

- Une "dynamique naturelle" qui fonctionne
- Un exemple simplifié, pour démonstration, d'une action du joueur forestier (le reboisement)
- Une proposition d'agrégats de cellules constituant les "zones forestières", élément spatial élémentaire pour la prise de décision du joueur forestier

On remarquera que ces premiers éléments programmés concernent principalement l'enjeu "forestier". Cela est dû au fonctionnement de l'équipe de travail que nous formions avec Michel Etienne qui se charge de la programmation du code sous CORMAS d'après mes productions en "phrases logiques". En effet la partie forestière (dynamique naturelle, actions des joueurs) a été particulièrement réfléchie, car il s'agit d'un stage de troisième année de la Formation des Ingénieurs **Forestiers** (FIF). Comme Michel Etienne possède de solides connaissances pastorales, il est apparu plus urgent de terminer les éléments forestiers pendant que j'étais officiellement encore en stage, et donc disponible pour répondre aux nombreuses questions qui ne manquaient pas de se poser. En effet la transmission des réflexions d'une personne à l'autre surtout quand elle n'est pas faite de vive voix est souvent source de malentendus.

Il est à préciser que le logiciel tel que présenté dans la partie D est encore en cours de conception d'après les éléments que j'ai produits, et donc en constante évolution. Cela rend cette partie assez caduque selon la date de sa lecture...

A court terme est donc prévu l'obtention de la première version du support informatique de LFI, dont la modélisation, surtout pour les enjeux autres que forestiers, ne sera pas exactement celle expliquée dans ce mémoire et dans les documents techniques, mais qui sera modifiée par Michel Etienne.

A moyen terme ce support devra être testé pour en identifier les points qui poseraient problème, notamment la calibration des différents paramètres (budget, coefficients à dire d'experts...)

A plus long terme il devra être complété selon l'extension de LFI (autres territoires, autres enjeux).

2. Boîte à outils de l'animateur

La formation LFI n'est pas seulement un programme informatique. Il s'agit, comme je me suis efforcé de le démontrer dans ce mémoire, d'un jeu de rôle comprenant une organisation et une animation. Les outils nécessaires à cette animation sont réunis dans ce que j'ai appelé une "**boîte à outils de l'animateur**".

Celle-ci comprend :

- Des "**fiches-joueurs**", documents de décision à remplir par les joueurs au cours de la partie. Les fiches actuellement réalisées sont :
 - Le document d'aménagement de la forêt de Pélicier, à remplir en début de formation
 - Le calendrier prévisionnel de coupes et travaux, à remplir par le joueur forestier et le joueur PNRL
 - Le calendrier prévisionnel de pâturage, à remplir par le joueur éleveur et le joueur PNRL
 - Le bail pastoral, à remplir par le joueur forestier
- Les fiches à prévoir sont
 - Les contrats entre joueurs
 - Éventuellement, une fiche pour la prise de décisions concernant les actions communes (voir si cela n'alourdit pas trop le jeu).
- Des "**guides de jeu**", documents aide-mémoire pour les joueurs tout au long de la formation. Les fiches actuellement réalisées sont :
 - Le "guide de jeu forestier"
 - Un document explicatif sur la typologie commune, principale porte d'entrée pour LFI.
- Les fiches à prévoir sont
 - Un "guide de jeu éleveur"
 - Un "guide de jeu représentant du PNRL"
- Une plaquette de communication sur la formation LFI

Tous les documents déjà réalisés sont disponibles en annexes.

3. Documents pour une reprise de la conception du jeu

Un objectif supplémentaire est apparu comme prioritaire en fin de stage : **celui de laisser une base de travail clair pour un concepteur futur**. En effet tout le travail réalisé en 6 mois peut être totalement inutilisable si celui-ci n'est pas compréhensible. Un effort particulier a donc été fait pour assurer une reprise en main aisée pour un futur développeur. Cet effort est reflété par un certain nombre de points.

Un **tri** et une **organisation** de la **bibliographie** consultée et utilisable à l'avenir. La bibliographie en format papier a été rassemblée dans un carton, triée par enjeu et certains documents ont été identifiés comme prioritaires à la lecture. La bibliographie en format numérique a été elle aussi triée par enjeu et laissée sur un CD-ROM.

La **rédaction** des "**documents techniques**" fréquemment cités au cours de ce mémoire, constituant un recueil exhaustif de l'ensemble des décisions de modélisation et des procédures techniques réalisées au cours du stage. Ces documents techniques sont au nombre de 6 :

- Modélisation de la dynamique naturelle
- Actions des joueurs
- Calcul des valeurs et indicateurs
- Import de la base de données initiale
- Améliorations envisagées
- Lexique de l'ensemble des attributs et paramètres de modèle pour LFI

La production d'un **CD-ROM** comprenant la **bibliographie numérique** citée ci-dessus, **tous les documents produits au cours du stage** (documents de travail compris), **tous autres documents utiles** (protocole d'inventaire par exemple). Les documents laissés ont été répertoriés dans le document "**Lisez-moi**" enregistré à la racine du CD-ROM et disponible en annexe.

La rédaction d'un document appelé "**document récapitulatif de l'avancement et du travail futur**", faisant un **état des lieux des choses réalisées** durant le stage et proposant un **calendrier prévisionnel pour une éventuelle reprise du développement de LFI**. Ce document est porté en annexe.

Enfin, le **présent mémoire** qui a été rédigé à destination de deux types de lecteurs. Les premiers sont des personnes néophytes et qui ne liront que cet écrit qui a vocation à être un document complet servant à donner une représentation globale de la conception de LFI. Les seconds sont des personnes souhaitant reprendre la conception de LFI, et dans ce cas ce document se présente comme le premier document à lire pour bien saisir l'ensemble du contexte et des productions réalisées au cours de ce stage.

II. Améliorations à réaliser à court et à moyen terme

1. Améliorations à court terme

Les pistes d'amélioration à court terme ont déjà été suggérées tout au long de ce mémoire. **Il s'agit tout d'abord de continuer la partie appelée "cœur de jeu"**, en prenant en compte les trois enjeux identifiés, par l'amélioration du modèle informatique et des supports papier (boîte à outils de l'animateur). Ensuite, il faut la roder c'est-à-dire **tester la formation** (faisabilité du jeu, modifications éventuelles) et **calibrer le modèle informatique**. Toutes les améliorations à réaliser à court terme sont répertoriées dans le document technique "améliorations envisagées", disponible en annexe.

Une fois la première version opérationnelle obtenue, il s'agira de la **valider auprès des différents acteurs** concernés. Cette validation se fera par un processus de va-et-vient entre la personne en charge du développement du modèle et les acteurs à qui il sera soumis le modèle ; une seule validation ne saurait être nécessaire. Il faudra également **organiser une session de formation test** afin d'identifier les principaux défauts et d'y remédier. Ces défauts peuvent être informatiques (programme), conceptuel (jeu de rôle trop long, actions non pertinentes pour les joueurs ou sans impact sur les ressources), ou peuvent concerner les autres supports d'animation (par exemple des guides de jeu peu clairs).

2. Améliorations à moyen terme

Il s'agit de réfléchir à l'ajout de nouveaux enjeux pour LFI : chasse, DFCI, accueil du public... C'est-à-dire d'identifier les éléments adéquats à prendre en compte pour représenter ces enjeux, comme nous l'avons fait pour les trois enjeux initiaux. Il faudra aussi réfléchir à la pertinence de l'ajout de nouveaux joueurs correspondant à la représentation de ces enjeux. Le jeu peut-il accueillir tant de "rôles" sans qu'il devienne trop complexe pour être utilisable, ou ces enjeux doivent-il être portés par les joueurs déjà présents, comme c'est envisagé pour le rôle "représentant du PNRL" qui assume les deux enjeux "accueil du public" et "environnement" ? Ceci sera à décider par le concepteur suivant...

De même une réflexion doit être menée sur l'extension possible de LFI à l'ensemble de la forêt, tel qu'imaginé au départ. En effet d'une part certains éléments importants sont manquants sur le secteur actuel du château (milieux ouverts, nid de circaète). D'autre part ce secteur est déjà relativement complexe et d'une superficie qui peut apparaître comme suffisante, et étendre la zone géographique pourrait être source de confusion pour les joueurs. La question de l'extension est donc encore ouverte...

Ensuite, il faudra organiser réellement des sessions de formation, et les animer pour faire vivre l'outil. Cela passera nécessairement par une communication, des financements, et une réflexion sur la durée du jeu. Celui-ci a été conçu pour fonctionner sur 2 jours, comme indiqué dans la partie C, mais cette durée soulève fréquemment des interrogations sur la faisabilité de la mise en place, qui implique une organisation lourde (logement, repas, disponibilité des joueurs).

Une fois un certain nombre de formations réalisées, il y aura lieu de réaliser un travail de synthèse sur les résultats obtenus lors des sessions. Ce travail pourra consister en l'analyse du comportement des joueurs, des représentations obtenues de la forêt à l'issue de la durée de l'aménagement fictif, de l'évolution des indicateurs et du nombre de changements effectués en cours d'aménagement... De telles analyses ont déjà été réalisées notamment pour le jeu "SylvoPast" développé par Michel Etienne.

III. Perspectives

Comme nous l'avons indiqué en partie A III. LaForêtInteractive est un outil dont l'ambition est de faciliter la communication entre acteurs afin de prévenir ou de désamorcer les conflits entre les différents usagers. Il ne s'agit donc pas d'un **outil technique précis**, proposant différents scénarii pour l'aménagiste afin de l'aider dans sa prise de décision. Plusieurs personnes rencontrées dans le cadre de ce stage ont pourtant évoqué l'idée de concevoir un tel outil. Si cette piste est poursuivie il faut se rendre compte du travail que représenterait la conception d'un tel modèle et **envisager un travail de thèse, voire plus, sur le sujet**.

Il a été aussi évoqué à plusieurs répétitions la possibilité d'**adapter LFI à d'autres forêts**. Nous distinguons alors deux types d'adaptations possibles.

La première concernerait l'**application de LFI à des forêts "voisines" géographiquement** et du point de vue des **enjeux**. Il serait possible de reprendre le modèle presque "tel quel", en modifiant l'univers de départ c'est-à-dire en important les données concernant l'ensemble des attributs à importer (*voir le lexique en annexe*). Cela doit être réalisé sous réserve d'une étude préalable relativement détaillée de la situation, afin de valider le fait que la même représentation peut être appliquée aux deux forêts. Comme le jeu a été construit de manière particulièrement adaptée à Pélicier, il nous semble peu probable de trouver une autre forêt ayant exactement les mêmes enjeux, et quand bien même cette situation se rencontrerait on pourrait se demander la pertinence d'appliquer le modèle à une autre forêt, si c'est pour retrouver les mêmes problématiques ! Une situation plus probable et plus intéressante serait l'adaptation à une forêt présentant certains aspects identiques mais d'autres nécessitant une adaptation plus complexe afin de prendre en compte des aspects non intégrés à LFI appliqué à Pélicier. On pourrait imaginer par exemple une forêt où un type de biodiversité remarquable soit présent et représente un point de tension entre acteurs. Il serait alors possible d'écrire les règles pour cette espèce et de réutiliser le restant du modèle LFI. Il suffirait ensuite d'initialiser le modèle grâce aux données issues de la forêt en question.

La seconde concernerait l'**application de LFI**, où plutôt d'un concept dérivé de LFI, à **une forêt dont les enjeux sont totalement différents**. Nous rappelons que la méthode utilisée pour concevoir LFI est une méthode de représentation commune du territoire, cette représentation devant être validée en amont et en aval par les acteurs concernés. Il serait donc totalement en désaccord avec la méthode d'appliquer le modèle conçu sur Pélicier à un autre territoire très différent... Nous suggérerions plutôt de prendre LFI comme un modèle, notamment pour tous les outils d'animation, réflexion sur les pas de temps et le déroulement de la formation, sur l'utilisation du principe d'aménagement continu, mais de refaire entièrement ce qui est présenté en partie B à savoir représenter la forêt. Cette adaptation serait à envisager pour les forêts non-méditerranéennes.

IV. Critiques du travail réalisé et apports personnels du stage

Cette partie vient en conclusion de ce mémoire. Elle présente des réflexions et critiques sur le travail que j'ai réalisé, afin de discuter la pertinence de quelques choix et méthodes utilisées, que j'ai sélectionnés pour l'intérêt du débat qu'ils ont ou peuvent susciter. Le second paragraphe porte sur les enseignements et expériences que m'ont apportés ces six mois de stage.

1. Réflexions et critiques sur les choix et méthodes utilisés au cours du stage

Le premier point que je souhaite aborder dans cette partie concerne les **avantages et inconvénients de ma qualité de stagiaire pour la réalisation de ce travail**.

En tant qu'élève-ingénieur, je présentais l'inconvénient du manque d'expérience, voire du manque de savoir concernant certains points. Bien qu'ayant eu une bonne formation au cours du domaine d'approfondissement "gestion forestière" sur la forêt méditerranéenne, ce contexte restait relativement nouveau pour moi. Cela a entraîné une phase relativement longue de mise en contexte pour une bonne compréhension des enjeux primordiaux de ce type de forêt. Par exemple, le marché du bois peu porteur ou la problématique incendie sont des éléments importants dans le paysage de la forêt méditerranéenne, mais ce n'est pas le fait de l'entendre dire qui permet de les appréhender de façon correcte ; il faut être directement confrontée aux difficultés que cela implique pour cerner correctement ces problématiques.

Comme je l'ai développé dans la partie B, la méthodologie que j'ai adoptée, présentant de nombreuses différences avec celle développée par le collectif ComMod, a été directement liée à ma qualité de stagiaire. Le résultat aurait sûrement été différent, et peut-être plus justifiables avec la mise en place d'ateliers collectifs car la démarche semble plus transparente avec cette méthode, par comparaison avec celle que j'ai adoptée où je fais la synthèse de toutes les informations recueillies, dans mon bureau et non pas devant tous les acteurs.

Cependant je vois plusieurs avantages à la situation expliquée ci-dessus. Tout d'abord le manque de connaissance du milieu implique aussi une nouveauté du regard que j'ai pu porter sur la situation, ce qui fait que la synthèse que je fais de la situation peut être qualifiée d'une certaine manière de "neutre". Les personnes ayant une grande expérience du milieu ont aussi une plus grande subjectivité de part les opinions qu'ils ont pu se forger sur différents aspects du contexte étudié. Ensuite, le fait de ne pas appliquer à la lettre la méthode ARDI permet aussi de comparer les résultats de plusieurs méthodes ce qui apporte de la matière de réflexion pour les chercheurs et membres du collectif, en espérant que mon travail leur serve dans le futur. Au final la combinaison de manque d'expérience et d'un changement de méthodologie fait de la mise en place de ce jeu de rôle un bon test pour toutes les personnes qui de près ou de loin suivent ce genre d'initiative.

Le second point que je développe vient à propos de **l'utilisation d'une forêt réelle pour le jeu**. Des systèmes multi-agents ont été mis en place à partir de territoires réels représentés le plus fidèlement possible, mais il s'agit souvent de simulations prospectives, c'est-à-dire de l'obtention de représentations possibles des territoires dans le futur par l'élaboration de différents scénarii (SMA sur le Luberon par exemple), et non de jeux de rôles. Les jeux de rôles créés utilisant les SMA l'ont souvent été à partir de représentations virtuelles, bien sûr fortement inspirées de la situation réelle (SylvoPast, Nîmes Métropole). Pour LaForêtInteractive, le choix a été fait par les commanditaires de représenter la forêt de Pélicier d'une façon réelle. Cette décision a impliqué de constamment se poser la question du niveau de fidélité à la réalité, afin d'une part de valoriser le fait de prendre une forêt réelle et d'autre part de ne pas compliquer inutilement le jeu. Par exemple la façon dont sont traitées les données de l'inventaire afin de constituer la base de données de départ serait pour un aménagiste totalement inadaptée, au vue des écarts-types importants que ne manque pas d'entraîner la multiplication des "zones homogènes", et des libertés que j'ai délibérément prises dans la modification des données afin d'obtenir un jeu plus intéressant et clair (remplacement d'essences, "nettoyage" de la base de données en fonction de la typologie commune pour une plus grande lisibilité...). Au final il est obtenu une représentation de la forêt de Pélicier qui peut paraître relativement modifiée. Il est alors légitime de se poser la question de savoir s'il était pertinent de prendre une forêt réelle, d'autant plus que la participation à l'inventaire et le traitement des données pour l'obtention de la base de données de départ a été très chronophage au cours de mon stage. La création d'une base de données virtuelle, inspirée de la situation, aurait permis de gagner énormément de temps et de créer directement un univers de jeu intéressant, le concepteur pouvant décider de la diversité des milieux, de la diversité des objets représenté et de leur organisation spatiale.

Ici aussi je désire mettre l'accent sur les aspects positifs de ce choix. La représentation d'une forêt réelle, préalablement visitée par les stagiaires, présente selon moi un avantage pédagogique majeur. Les joueurs se sentiront bien plus concernés, et auront moins la sensation de participer à un jeu sans conséquences si la connexion est faite physiquement (par la visite de terrain) que s'ils jouaient à partir d'un univers virtuel même si celui-ci est réaliste. La participation à l'inventaire et la connaissance des données issues de celui-ci permet aussi une plus grande crédibilité de la représentation proposée aux joueurs dans LFI.

Enfin, le troisième et dernier point concerne **l'avancement du stage par rapport au cahier des charges proposé par la fiche de stage**. Nous avons vu que celui-ci n'a pas été réalisé entièrement ; il faut dire aussi que les rédacteurs de ce cahier des charges étaient eux-aussi conscients de l'importance de celui-ci et de la forte probabilité que toutes les actions prévues ne soient pas mise en place. Identifions alors les points chronophages ; ceux-ci ont déjà été abordés. Il s'agit de la phase de mise en situation, à la fois pour saisir le contexte et pour prendre en main les différents outils, notamment la méthodologie et la compréhension du principe de la programmation informatique (afin de produire quelque chose de programmable), et la phase d'inventaire et d'obtention de la base de données. Il est à noter qu'à l'origine je voulais aussi effectuer la programmation du logiciel, mais il aurait fallu encore plus de temps, alors que Michel Etienne connaît parfaitement le langage. Le principal inconvénient de ce décalage avec les prévisions du cahier des charges est la remise en cause de la finalisation de l'outil : il faut trouver les moyens et la personne adéquate pour le faire. Nous signalons qu'au cours de la dernière partie du stage un effort a été particulièrement fourni pour faciliter la reprise en main de la conception de LFI, notamment par l'intermédiaire de ce que j'ai appelé les "documents techniques". J'ai essayé au maximum de limiter ce qu'on appelle "l'effet boîte noire" qui veut que seul le concepteur initial du jeu puisse s'y retrouver... A la personne suivante de m'informer de la réussite de la procédure !

2. Apports personnels du stage

Afin de terminer ce mémoire sur une note positive, je vais développer dans ce dernier paragraphe les nombreux enseignements que j'ai pu tirer de ce stage.

Tout d'abord cela m'a fait découvrir une **région** et un **principe** que je ne connaissais pas. Je suis originaire de Normandie, j'ai fait mes études à Nancy, je suis partie à l'étranger mais le seul contact avec la région méditerranéenne a été au cours du domaine d'approfondissement gestion forestière, puis par le biais de ce stage. Le fait de travailler à la maison du Parc Naturel Régional du Luberon m'a de plus permis d'avoir accès rapidement de nombreuses informations sur le territoire du Luberon, et d'être rapidement immergée. Les systèmes multi-agents et les jeux de rôles dans l'objectif de prévoir ou de désamorcer les conflits sont des principes originaux qui m'étaient totalement inconnus, et qui m'ont particulièrement enthousiasmée car cela sert un objectif qui m'est à cœur, à savoir la communication entre personnes.

Ce projet se veut représentatif d'un territoire, d'une manière qui soit le plus possible légitime vis-à-vis des différents acteurs de ce territoire, que ce soient les gestionnaires de l'espace ou les observateurs de ceux-ci ; comme expliqué dans la méthodologie cela m'a permis de **rencontrer une grande diversité de personnes, représentants des organismes et des milieux différents**. Étant stagiaire j'en ai profité pour élargir mes activités et participer à des événements dont le cadre dépassait légèrement mon stage : il a pu s'agir de martelages avec l'ONF, de visites d'autres forêts dans le cadre de la révision de leur aménagement, de rencontre d'éleveurs extérieurs à Pélicier ou encore de participation à des réunions CRPF. Cela m'a permis de m'immerger dans ce qu'on appelle le "monde professionnel" et de prendre conscience du travail réalisé par chacun, et surtout des relations que les acteurs ou organismes entretiennent entre eux. J'ai pu une fois de plus effectuer le constat qu'une **bonne communication et une mise en commun des savoirs est essentiel pour mener à bien des projets sur un territoire donné**. L'enchevêtrement d'institutions et d'acteurs, sur une zone géographique ou un sujet donné est une des premières choses à maîtriser lorsqu'on arrive sur un nouveau poste (stage ou autre).

Le travail en lui-même a été largement formateur. Le fait de **mettre en place un projet par soi-même**, qui plus est de manière relativement libre, permet d'acquérir des méthodes de travail concernant l'organisation, l'autonomie, la création et la réalisation de projet innovant. L'incompréhension initiale de toute personne concernant mon sujet de stage au premier abord m'a poussé à faire un gros effort de communication et d'explication de l'intérêt de LFI, et cela d'une manière différente selon le public visé. Le travail en "free-lance", mes maîtres de stage n'étant pas souvent présents sur mon lieu de stage (malgré les efforts importants qu'ils ont réalisés, et que je salue bien évidemment) m'a poussé à développer une réelle autonomie, que ce soit dans les prises de décision, dans l'organisation de mon planning, dans le choix des différents rendus du stage...

Au final, un stage à la fois **formateur** et **agréable** qui me laissera bien des souvenirs et des enseignements, et qui sera utile, je l'espère.

Conclusion

Voici venu le mot de la fin de ce mémoire, dans lequel je me suis efforcée d'expliquer la méthodologie que j'ai développée et les résultats que j'ai obtenus durant les six mois qu'ont durés cette étude. La conception de LFI n'est pas arrivée au niveau d'avancement que j'espérais initialement ; je me voyais déjà testant la première version... Néanmoins mon travail est, je pense, une bonne base pour la reprise de la conception du jeu. D'un point de vue personnel, il a été enrichissant, et m'a permis de découvrir de nombreux aspects de la forêt, et principalement dans son contexte méditerranéen.

La partie E proposant déjà un bilan relativement complet ainsi que des perspectives, il m'est apparu opportun pour cette conclusion de livrer quelques réflexions de vision plus large que le sujet. J'évoquais dans l'introduction la multifonctionnalité des forêts. En conclusion je désirerais mettre l'accent sur une des conséquences de cette multifonctionnalité qui est la multiplicité d'acteurs et surtout d'organismes qui traitent de questions forestières. J'ai été amenée à fréquenter des ressortissants d'un certain nombre d'entre eux : PNRL, ONF, CRPF, CERPAM, IDF... Une réalité que je trouve marquante est le fait que ces organismes qui disposent souvent de moyens techniques et humains considérables sont plus souvent amenés à s'affronter qu'à se compléter. C'est selon moi en partie dû à l'effet de "façade" que procure l'appartenance à de telles structures qui déshumanise un problème pour ne faire apparaître que des conflits pour des ressources. Il est bien plus facile de limoger une structure anonyme qu'une personne en particulier. "Les gens" de l'ONF sont des affreux productivistes, "ceux" du PNRL sont des écolos forcenés... Alors que dès que l'on parle d'humain à humain beaucoup de problèmes et d'*a priori* disparaissent. L'inventaire qui a été réalisé sur Pélacier est pour moi un bel exemple de coopération, entre l'ONF le PNRL et l>IDF. Espérons que ce type de coopération qui n'est pas la première, sera amené dans le futur à être de plus en plus développé.

Ce stage m'a donc fait prendre conscience qu'avant la gestion des ressources, l'ingénieur, tout forestier qu'il soit, doit d'abord gérer des humains. Le fait que la recherche se développe et que des outils soient mis en place sur ce thème est encourageant et montre qu'on avance dans la bonne direction. Cependant beaucoup de choses restent à faire. Il s'agit en effet d'une discipline où il est difficile d'appliquer des "recettes de cuisine" ou des équations mathématiques. Cependant, comme dans toute discipline, un bon outillage facilite grandement la tâche à l'ouvrier. Mon souhait maintenant est de voir se finaliser cet outil pour le rendre opérationnel, et de le voir vivre. Il faudra pour cela trouver un opérateur adéquat, car l'outil n'est rien sans la main qui le dirige. A plus long terme j'espère qu'il permettra en effet de créer un espace forestier où tous les acteurs vivent en harmonie les uns avec les autres.

J'avais choisi ce thème d'étude pour les six derniers mois que je devais effectuer à la FIF en raison des deux sujets qui me tenaient à cœur et qui constituaient le centre du sujet de stage, à savoir l'aménagement forestier et la communication nécessaire au bon déroulement de la multifonctionnalité en forêt. Je continue maintenant dans la lancée du thème "aménagement forestier" grâce à mon tout nouvel emploi et j'espère toujours garder en mémoire et être amenée à travailler dans le futur sur l'aspect "communication"...

Références bibliographiques

Aménagement forestier – Production de bois - Sylviculture

BLANCHART (Sofie), CHEVRIER (Simon), GINESTE (Marlène), LEFORT (Zoë), MARTEL (Simon) et RÉGOLINI (Margot). 2009 – *La multifonctionnalité en forêt domaniale de Pélicier : proposition d'orientation de gestion* - AgroParisTech / École Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêt – 59 p. (Rapport projet Formation des Ingénieur Forestier, dominante d'approfondissement gestion forestière)

BONNIER (J.). 1999 – Aménagement forestier en régions méditerranéennes - *Revue forestière française*, vol. LI n°sp p. 207–216

CENTRE D'ÉTUDE DU MACHINISME AGRICOLE, DU GÉNIE RURAL DES EAUX ET DES FORÊTS. 1992 - *Guide technique du forestier méditerranéen*

CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE (Provence Alpes Côte d'azur). 2005 – *Schéma Régional de Gestion Sylvicole* – 390 p.

CORDONNIER (Thomas) et GOSSELIN (Frédéric). 2009 - La gestion forestière adaptative : intégrer l'acquisition de connaissances parmi les objectifs de gestion - *Revue forestière française*, vol. LXI n°2 p. 131 -144

COUHERT B. – *Sylviculture du Pin noir* – Office National des Forêts, 1994 – 7 p

DREYFUS (Ph.) et BONNET (F-R.). 1995 – CAPSIS, logiciel de simulation et de conduite sylvicole - *Revue forestière française*, vol. XLVII n°sp p. 111-115

FRANÇAIS-DEMAY (Philippe). 2003 - *L'aménagement glissant : une solution pour l'avenir?* – École Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêt – 68 p. (mémoire de fin d'étude)

LAROUSSINIE O.) et BERGONZINI (J.-C.). 1999 - Pour une nouvelle définition de l'aménagement forestier en tant que discipline d'ingénieur - *Revue forestière française*, vol. LI n°sp p. 117 -125

LAROUSSINIE O., LEIBENGUTH J. – *Aménagement de la Forêt Domaniale de Pélicier* – Office National des Forêts, 1990 – 48 p.

LOUDUN-HAMON (Camille). 2008 - *Adaptation de l'outil Marteloscope à la région méditerranéenne* – 74 p. (mémoire de fin d'étude)

MAGNIN H., BOURLON S. – *Charte Forestière de territoire du Lubéron* – Parc naturel régional du Lubéron, Juin 2009 – 50 p.

MSIKA (Bruno). 1993 – *Modélisation des relations herbe – arbre sous peuplements de Quercus pubescens Willd. et Pinus austriaca Höss. dans les Préalpes du Sud.* – INRA / Université Aix-Marseille – 111 p. (mémoire de thèse)

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS (Provence Alpes Côte d'azur). 2006 - *Directives Régionales d'Aménagement pour la zone méditerranéenne de basse altitude*- 104 p.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1991 – *Guide de sylviculture du chêne pubescent, Provence-Alpes Côte d'Azur* – 27 p.

SCHLAEPFER (Rodolphe). 2007 - Un nouveau cadre pour l'aménagement des forêts - *Revue forestière française*, vol. LIX n°5 p. 515 -523

TOTH (J.) et TURREL (M.). 1983 – La productivité du Pin Noir d'Autriche dans le Sud-Est de la France - *Revue forestière française*, vol. XXXV n°2 p. 111-121

Pastoralisme – Sylvopastoralisme

CENTRE D'ÉTUDES ET DE RÉALISATIONS PASTORALES ALPES –MÉDITERRANÉE – *Diagnostic pastoral du Lubéron oriental* – Août/Novembre 2004 – 106 p.

CENTRE D'ÉTUDES ET DE RÉALISATIONS PASTORALES ALPES –MÉDITERRANÉE – *Contribution du CERPAM au PMPFCI du Lubéron oriental* – 2007 – 14 p.

CENTRE D'ÉTUDE ET DE RÉALISATIONS PASTORALES ALPES-MÉDITERRANÉE. 2004 – *Diagnostic pastoral du Luberon Oriental* – 105 p.

GARDE (Laurent). 1996 - *Guide pastoral des espaces naturels du sud-est de la France* - CERPAM et Méthodes et communication - 254 pages.

GAUTIER (Denis). 2006 - *Pâturer la broussaille... Connaître et valoriser les principaux parcours du Sud de la France* - CERPAM, Institut de l'élevage, SIME – 131 p. (Techniques Pastorales)

GAUTIER (Denis) et GUÉRIN (Gérard). 2009 – *Espaces boisés et pâturage, regards croisés* – Institut de l'élevage – 30 p.

GUÉRIN (Gérard) et MACRON (Marie-Claire). 2005 - *Sylvopastoralisme : les clefs de la réussite* – Institut de l'élevage – 78 p. (Techniques pastorales)

GUÉRIN (Gérard). 2008 – De la forêt pâturée au sylvopastoralisme – *Forêt méditerranéenne* vol. XXIX n°4 p. 491-496

LEOUFFRE (Marie-Claude). 1991 – *Effet du pâturage caprin sur la dynamique de production fourragère du taillis de chêne en région méditerranéenne française* - Université Aix-Marseille – 78 p. (mémoire de thèse)

MEURET (Michel) et AGREIL (Cyril) – *Des broussailles au menu* – Institut National de la Recherche Agronomique – 4 p.

MEURET (Michel) et AGREIL (Cyril) – *Faire pâturer des sites naturels* – Institut National de la Recherche Agronomique – 4 p.

MSIKA (Bruno). 1993 – *Modélisation des relations herbe – arbre sous peuplements de Quercus pubescens Willd. et Pinus austriaca Höss. dans les Préalpes du Sud.* – INRA / Université Aix-Marseille – 111 p. (mémoire de thèse)

PROGRAMME CASDAR. 2009 – *Construire un projet sylvopastoral, séminaire de restitution* – Programme CASDAR - CD-ROM

THAVAUD (Pascal). 2010 - *Coupures de combustibles pâturées, Le guide pratique* - OIER – SUAMME – 131 p. (Techniques Pastorales)

Défense des forêts contre l'incendie

CENTRE D'ÉTUDES ET DE RÉALISATIONS PASTORALES ALPES –MÉDITERRANÉE – *Contribution du CERPAM au PMPFCI du Lubéron oriental* – 2007 – 14 p.

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT DES ALPES DE HAUTE PROVENCE. 2006 – *Plan départemental de protection des forêts contre l'incendie 2006 – 2012* – DDAF 04 – 150 p.

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT ET OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. (2007) - *Étude des phénomènes naturels, de l'aléa incendies de forêt, des enjeux et de leur défendabilité* – Luberon oriental – DDE/ONF

ETIENNE (Michel). 2001 - Aménagement de la forêt méditerranéenne contre les incendies et biodiversité - *Revue forestière française*, vol. LII n°sp p. 149-155

THAUAUD (Pascal). 2010 - *Coupures de combustibles pâturées, Le guide pratique* - OIER – SUAMME – 131 p. (Techniques Pastorales)

Biodiversité – environnement

BERGÈS (Laurent), GOSSELIN (Marion), GOSSELIN (Frédéric), DUMAS (Yann) et LAROUSSINIE (Olivier). 2002 – Prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement forestier : éléments de méthode – *Ingénieries* - n°spécial 2002 p.45-56

ETIENNE (Michel). 2001 - Aménagement de la forêt méditerranéenne contre les incendies et biodiversité - *Revue forestière française*, vol. LII n°sp p. 149-155

GUENDE (Georges). 1981 – *Note concernant l'aménagement de la forêt de Pélacier* – Parc Naturel Régional du Luberon – 5 p.

<http://www.oiseau.net> (dernière consultation Juillet 2010)

JOUBERT (Bernard) – *Le circaète Jean-Le-Blanc* – Office National des Forêts – 9 p. (Connaissance et Protection des Oiseaux, Précaution Sylvicoles)

LARRIEU (Laurent) et GONIN (Pierre). 2008 – L'indice de biodiversité potentielle (IBP) : une méthode simple pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers – *Revue forestière française*, vol. LX n°6 p. 727-748

MARIE (Julien). 2007 – *Étude diagnostique pour la conservation du Ravin de l'Agasson* – Parc Naturel Régional du Luberon – 40p. (Rapport de BTSA gestion et protection de la nature)

PARC NATUREL RÉGIONAL DU LUBERON. 2009 – *Charte Natura 2000 Site dit de "Vachères"* – Parc Naturel Régional du Luberon – 6 p.

PARC NATUREL RÉGIONAL DU LUBERON. 2009 – *Natura 2000 : Document d'objectif "Adrets de Montjustin – Les Craux – Rocher et crête de Volx"* – Parc Naturel Régional du Luberon – 155 p.

PRÉFECTURE DES ALPES DE HAUTE-PROVENCE – *Arrêté de protection de biotope du Lubéron Oriental n°97-2881* – Décembre 1997.

Construction du modèle

BONNIER (J.). 1999 – Aménagement forestier en régions méditerranéennes - *Revue forestière française*, vol. LI n°sp p. 207–216

BOULANT (Nadine) et LEPART (Jacques). 2008 – La progression du Pin Sylvestre et du Pin Noir dans le paysage des Grandes Causses : impact des activités humaines et des facteurs naturels - *Revue forestière française*, vol. LX n°5 p. 603-614

CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONAL POUR LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT (CIRAD) - *Site dédié à la plate forme CORMAS et au collectif Commod* - <http://cormas.cirad.fr> - (dernière consultation Août 2010)

COLLECTIF COMMOD. 2004 – *La modélisation comme outil d'accompagnement* – Collectif ComMod – 6 p. (Charte du collectif)

DARÉ (William's), DUCROT (Raphaële), BOTTA (Aurélié) et ETIENNE (Michel). 2009 – *Repères méthodologiques pour la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement* – Collectif ComMod – 127 p.

DREYFUS (Ph.) et BONNET (F-R.). 1995 – CAPSIS, logiciel de simulation et de conduite sylvicole - *Revue forestière française*, vol. XLVII n°sp p. 111-115

ETIENNE (M.), Du Toit (D.) et Pollard (S.). 2008 – *ARDI : a co-construction method for participatory modelling in natural resources management* – International Congress on Environmental Modelling and Software – 8 p.

ETIENNE (Michel) – *Co-construction d'un modèle d'accompagnement selon la méthode ARDI : guide méthodologique* – Collectif ComMod – 71 diapositives

ETIENNE (Michel) et Bousquet (François) – *Accompagner le développement : les différentes étapes d'une démarche d'accompagnement* –

ETIENNE (Michel). 2008 - *Jeux de rôles et modélisation d'accompagnement : La grille d'aide à la conception* - Programme de formation "Usage des jeux de rôle en modélisation d'accompagnement – 16 p.

ETIENNE (Michel). 2008 - *Jeux de rôles et modélisation d'accompagnement : Intégration des modèles de dynamique des ressources dans les jeux de rôles* - Programme de formation "Usage des jeux de rôle en modélisation d'accompagnement – 10 p.

GOREAUD *et al.* 2007 – Simuler des peuplements de structure variée pour faciliter l'utilisation des modèles "arbres" spatialisés - *Revue forestière française*, vol. LIX n°2 p. 137-161

LEPAGE (Christophe). 2008 – *Jeux de rôles et modélisation d'accompagnement : Outil pour la formalisation* – Programme de formation "Usage des jeux de rôle en modélisation d'accompagnement – 11 p.

SIMON (Christophe) et ETIENNE (Michel). 2009 – A companion modelling approach applied to forest management planning with the Société Civile des Terres du Larzac – *Environmental Modelling and Software* – vol. XXX 14 p.

SIMON (Christophe). 2004 – *Approche multi-agents pour une gestion pastorale et forestière concertée* – École Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêt - 76 p. (mémoire de fin d'étude)

Réserves de biosphère

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIST, AND CULTURAL ORGANISATION (UNESCO) - <http://portal.unesco.org> (dernière consultation Août 2010)

COMITÉ "MAN AND BIOSPHERE" FRANCE (MAB France) – *Présentation du comité "man and biosphere" français et du réseau des réserves de biosphère* - <http://www.mab-france.org> (dernière consultation Août 2010)

PARC NATUREL RÉGIONAL DU LUBERON (PNRL) – *Site de présentation du PNRL* - <http://www.parcduluberon.fr> (dernière consultation Août 2010)

SALVAUDON (Aline).2008 - *Compte-rendu de réunion annuelle du groupe "forêt" des réserves de biosphère 2008* – 8 p. (Document interne)

SALVAUDON (Aline).2009 - *Compte-rendu de réunion annuelle du groupe "forêt" des réserves de biosphère 2009* – 8 p. (Document interne)

Chasse

SOCIÉTÉ DE CHASSE DE MANOSQUE ET VAL DE LARGUE – *tableaux de chasse pour les années 2004-2005 ; 2005 – 2006 ; 2006 – 2007 ; 2007 – 2008 ; 2008 – 2009* – 2 p. par année

Accueil du public

LAMÈRE (Raphaël). 2002 – Les fonctions sociales de la forêt - *Ingénieries* - n°spécial 2002 p.63-70

Liste des contacts

Foresterie				
Nom - Prénom	Organisme	Fonction	Contact	Catégorie
Alain Givors		Expert forestier indépendant		Technicien
C. Giteau	Entreprise Giteau	Exploitant forestier	christophe.giteau@cegetel.net	Acteur Local
Eric Lacombe	AgroParisTech - ENGREF	Enseignant chercheur	AgroParisTech ENGREF centre de Nancy - rue Girardet 54 000 Nancy	Technicien/ Chercheur
François Basset	ONF Manosque	Chef de triage	ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Frédérique			ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Gérard Peyrotty	ONF Manosque	Chef de triage	ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Gilbert			ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Gilles Martinez	CRPF PACA - PNRL	Animateur de la charte forestière Luberon - Lure	CRPF - St Etienne les Orgues	Technicien
Louis Amandier	CRPF PACA	Ingénieur	CRPF - Marseille	Technicien
Michel Barbey	ONF	Aménagiste	ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Michel Ingrand	ONF Manosque	Chef d'UT	ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Philippe Dreyfus	INRA Avignon	Chercheur	INRA Avignon, agropôle 84 000 Avignon	Chercheur
Philippe Favre	ONF Manosque	Chef de triage	ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Pierre Vuillermoz	ONF Manosque	Stagiaire	ONF - Acti Plus - 04 Manosque	Technicien
Pastoralisme				
Nom - Prénom	Organisme	Fonction	Contact	Catégorie
Bénédicte Beylier	CERPAM	Ingénieure	Institut de l'élevage chemin de la Machotte - Quartier les Moulins - 84400 GARGAS	Technicien
Christian Motte	-	Eleveur bovin		Acteur Local
François De Marquet	Ferme expérimentale de Carmejane	Directeur	Ferme expérimentale de Carmejane - 04510 LE CHAFFAUT	Technicien
Guy Grole	-	Eleveur ovin		Acteur Local (Hors Pélicier)
Jean-Paul Goursolas	ONF Manosque - ENITA Bordeaux	Elève Ingénieur - Stagiaire	1 Cours du Général de Gaulle CS 40201 33175 GRADIGNAN Cedex Tél. +33 (0)5 57 35 07 07	Technicien
Laurent Garde	CERPAM	Ingénieur	lgarde@cerpam.fr	Technicien
Marc Vitton	-	Eleveur bovin		Acteur Local
Michel Etienne	INRA Avignon	Chercheur	INRA Avignon, agropôle 84 000 Avignon	Chercheur
Mona Garandel	Ferme expérimentale de Carmejane - ENGREF	Elève Ingénieure - Stagiaire	Ferme expérimentale de Carmejane - 04510 LE CHAFFAUT	Technicien

Remy Schlecht	-	Eleveur ovin		Acteur Local
Environnement				
Nom - Prénom	Organisme	Fonction	Contact	Catégorie
Pierre Frapa	Parc Naturel Régional du Luberon	Chargé de projet Natura 2000 / entomologie	PNRL 60 place Jean Jaurès 84 404 Apt	Technicien
Max Gallardo	Parc Naturel Régional du Luberon	Chargé de projet avifaune	PNRL 60 place Jean Jaurès 84 404 Apt	Technicien
Georges Guende	Parc Naturel Régional du Luberon	Chargé de projet botanique	PNRL 60 place Jean Jaurès 84 404 Apt	Technicien
Aline Salvaudon	Parc Naturel Régional du Luberon	Chargé de mission espaces naturels	PNRL 60 place Jean Jaurès 84 404 Apt	Technicien
Yohan Clément	Insitut pour le Developpement Forestier - ENITA Bordeaux	Elève - Ingénieur - Stagiaire IDF	1 Cours du Général de Gaulle CS 40201 33175 GRADIGNAN Cedex Tél. +33 (0)5 57 35 07 07	Technicien
Pierre Gonnin	Insitut pour le Developpement Forestier	Chercheur	Institut pour le Développement Forestier, 7 chemin de la Lacade 31320 AUZEVILLE-TOLOSANE	Chercheur
DFCI				
Nom - Prénom	Organisme	Fonction	Contact	Catégorie
Benoit Reymond	ONF	Ingénieur pôle DFCI	ONF, 1 allée des Fontainiers 04000 Digne-les-bains Tél. : 04 92 31 28 66	Technicien
Chasse				
Nom - Prénom	Organisme	Fonction	Contact	Catégorie
Christian Pesce	Société Chasse Manosque	Président		Acteur Local
Accueil du public				
Nom - Prénom	Organisme	Fonction	Contact	Catégorie
M.Martinet	Comité du patrimoine Manosquin	Président		Acteur Local
Pierre Jean	Mairie de Manosque	Adjoint au maire de Manosque - Environnement	Mairie de Manosque	Elu

