AgroParisTech
ENGREF
INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR LIFE, FOOD AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

FORMATION DES INGÉNIEURS FORESTIERS

VILLE DE LYON
SERVICE ESPACES VERTS

GESTION ARBORICOLE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ou comment adapter la gestion du patrimoine arboré de la ville de Lyon face au changement climatique

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Olivier-Henri GIRAUD 16e promotion 2005-2008

Juin 2008

AgroParisTech
ENGREF
INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR LIFE, FOOD AND ENVIRONMENTAL SCIENCES
FORMATION DES INGÉNIEURS FORESTIERS

GESTION ARBORICOLE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ou comment adapter la gestion du patrimoine arboré de la ville de Lyon face au changement climatique

Ville de Lyon

Mairie de Lyon
Direction des espaces verts
Service Éco-Développement
69205 Lyon Cedex 01

Olivier-Henri GIRAUD 16e promotion 2005-2008 Juin 2008

FICHE SIGNALETIQUE D'UN TRAVAIL D'ELEVE(S) FIF

F.I.F. - E.N.G.R.E.F.	**TRAVAUX** **D'ELEVES**
TITRE : Gestion arboricole et changement climatique, ou comment adapter la gestion du patrimoine arboré de la ville de Lyon face au changement climatique.	**Mots clés :** Adaptation/ Préconisations/ Mesures préventives.
AUTEUR(S) : Olivier-Henri GIRAUD	**Promotion** 16ème promotion
Caractéristiques : 86 p. / 48 p. de corps de texte/ 17 p. annexes.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT :
Ville de Lyon

Nom et fonction des responsables :
Pierre-Yves Genet, Chef du service Éco-Développement
Clément Nozières, Technicien Éco-Développement de la Direction des Espaces Verts

Nom du correspondant ENGREF : Pierre RAIMBAULT

Tronc Commun	**X**	**Stage entreprise**	☐	**Autres**	☐
Option	☐	**Stage étranger**	☐		
Spécialité	☐	**Stage fin d'études**	**X**		

Date de remise :

Contrat Junior Entreprise **~~OUI~~** **NON**

SUITE A DONNER (réservé au Service des Études)

Non consultable ☐ **Consultable et Diffusable** ☐
si oui permanent ☐
jusqu'à …./…./….

RÉSUMÉ

Le milieu urbain possède de nombreuses spécificités. Pour pouvoir se maintenir en ville, un arbre nécessite une gestion toute particulière capable de tenir compte de ces spécificités.

Ce type de gestion peut être influencé par l'impact du changement climatique et c'est pourquoi la ville de Lyon se préoccupe des conséquences que ce dernier pourrait avoir, en cherchant de quelle façon elle pourrait adapter la gestion qu'elle pratique actuellement.

Cette étude rassemble les données climatiques observées et attendues que l'on peut obtenir sur la région lyonnaise. Elle propose ensuite un certain nombre d'études à mettre en place pour obtenir les informations manquantes, avant de donner des mesures de gestion qui permettent dès maintenant de limiter les impacts d'une modification climatique.

SUMMARY

Urban trees need a very special management which is bound to the specificities of the living conditions in the city.

The kind of management to apply can be affected by climate change and that is why the city of Lyon is concerned by the way it could deal with the consequences. It is willing to know how it can change the management to be prepared.

This study presents meteorological data, the observed and expected ones, that can be given at the scale of the city. Next, because we need more information, some other studies are proposed; followed by the kind of management which is able to reduce the damageable effects of climate change.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Pierre-Yves Genet et Clément Nozières pour le temps et l'attention qu'ils ont bien voulu me consacrer, ainsi que pour la qualité de leur encadrement et l'aide précieuse qu'ils m'ont fournies.

Mes remerciements vont également à Sylvie Sagne et Daniel Boulens pour m'avoir permis de réaliser mon stage à la direction des espaces verts de la ville de Lyon.

Je n'oublierai pas de remercier toutes les personnes extérieures qui ont accepté de me recevoir et ont bien voulu me faire partager leurs connaissances, et notamment les membres de mon comité de pilotage.

Un grand merci aussi à l'ensemble des personnels que j'ai pu rencontrer à la Direction des espaces verts pour m'avoir apporté leur expérience.

Enfin merci à Pierre Raimbault pour le suivi et l'implication dont il a fait preuve tout au long de ces six mois.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements 7
TABLE DES MATIÈRES 8
TABLE DES ANNEXES 10
Liste des illustrations 11
Index alphabétique des sigles 12
Introduction. 13

Partie 1 - CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE. 14

1. Caractéristiques des espaces verts lyonnais. 14
   1.1. Historique de Lyon. 14
   1.2. Présentation des espaces verts. 14
   1.3. Missions des espaces verts. 15
   1.4. Moyens et contraintes. 15
   1.5. Spécificités du travail en collectivité. 16
   1.6. Modes de gestion utilisés. 16
2. L'arbre en ville : une situation particulière. 18
   2.1. Pourquoi planter en ville ? 18
   2.2. Un sol perturbé. 18
   2.3. Une pollution atmosphérique. 20
   2.4. L'existence d'un microclimat local. 20
3. Le contexte climatique actuel. 22
   3.1. Cadre réglementaire et légal. 22
   3.2. Résultats publiés sur le changement climatique. 23
      3.2.1. Les résultats du GIEC pour le globe. 23
      3.2.2. Le climat français au cours du siècle passé. 24
      3.2.3. Les évolutions du climat rhône-alpin au cours de ces dernières décennies. 24
      3.2.4. Prévisions pour Lyon. 31
4. Problématique. 32

Partie 2 - MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS. 34

1. Une approche pour lancer la réflexion : la méthode projet. 34
2. Groupe de pilotage. 35
3. Premiers résultats et pistes d'études. 37
   3.1. Un besoin d'informations important. 37
   3.2. Cinq volets d'action. 37
   3.3. Élaboration d'un plan d'action. 37
4. Interprétation des résultats 39
   4.1. Une évolution du climat… 39
   4.2. …à lier à la physiologie de l'arbre en ville. 40
      4.2.1. Impact sur la nutrition. 40
      4.2.2. Impact sur la croissance. 40
      4.2.3. La survie de l'arbre en question. 41

Partie 3 - PRÉCONISATIONS. 42

1. Rappel de la gestion. 42
2. Propositions. 42
   2.1. Des études de portée générale. 42
      2.1.1. Recherche en autécologie et écotypes les plus fréquents. 42
      2.1.2. Filière de production. 43
      2.1.3. Attente et besoins du public. 44
   2.2. Des études à mener à l'échelle de la ville. 45
      2.2.1. Typologie des espaces verts. 45
      2.2.2. Stations météorologiques. 46
      2.2.3. Influence de l'arbre sur son environnement. 47
      2.2.4. Modélisation du climat. 47
      2.2.5. Remontée des ravageurs. 48
   2.3. Des études à lancer en site pilote. 49
      2.3.1. Fonctionnement de l'arbre urbain. 49
         2.3.1.1. Un prototype développé par l'Inra. 50
         2.3.1.2. Des résultats applicables aux essences urbaines. 51
      2.3.2. Réalisation de plantation test. 52
      2.3.3. Bilan sur le type de résultats attendus. 52
   2.4. Quels résultats pour quelle gestion ? 53
      2.4.1. La plantation. 53
         2.4.1.1. Quelle essence choisir ? 54
         2.4.1.2. Quel type de plant acheter ? 54
         2.4.1.3. Comment préparer le sol ? 55
      2.4.2. L'entretien. 55
         2.4.2.1. Pratiquer la taille de formation. 55
         2.4.2.2. Adapter le désherbage. 55
         2.4.2.3. Raisonner l'arrosage. 56
      2.4.3. La taille. 56
      2.4.4. La communication. 56

Partie 4 - DISCUSSION ET CRITIQUES. 57

1. Discussion des résultats obtenus. 57
   1.1. Des incertitudes fortes sur les données climatiques. 57
   1.2. La complexité du projet et la diversité des acteurs. 57
      1.2.1. L'étendue du sujet. 57
      1.2.2. La diversité des acteurs impliqués. 58
   1.3. Un cas particulier : celui des ravageurs. 58
      1.3.1. Remontée des ravageurs. 58
      1.3.2. Les impacts de la remontée des ravageurs. 58
2. Analyse des résultats attendus. 59
3. La poursuite de l'étude. 59

Conclusion 60
BIBLIOGRAPHIE 61
LISTE DES CONTACTS 64
TABLE DES ANNEXES 67

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les espaces verts publics lyonnais. Présentation 2006. Source : DEV. Subdivision maintenance et paysages, service patrimoine. 68
Annexe 2 : Organigramme de la direction des espaces verts. Source : D.E.V. 71
Annexe 3 : Principales caractéristiques des quatre canevas SRES et familles de scénarios. Extrait du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions p. 4-5. GIEC 2000. 72
Annexe 4 : Typologie des espaces verts 73
Annexe 5 : Mise en place de stations météorologiques 74
Annexe 6 : Modélisation du climat urbain 75
Annexe 7 : Influence de l'arbre sur son environnement 76
Annexe 8 : Recherche en autécologie 78
Annexe 9 : Recensement des écotypes des essences les plus fréquentes 79
Annexe 10 : Fonctionnement de l'arbre en ville 80
Annexe 11 : Conséquences du changement climatique sur la remontée des ravageurs 81
Annexe 12 : Identifier les filières production 82
Annexe 13 : Réalisation de plantations test 83
Annexe 14 : Attentes et besoins du public 84

Liste des illustrations

Figure 1: Répartition du personnel de la D.E.V. Source : D.E.V. 15
Figure 2 : Organisation du service Éco-Développement. Source : D.E.V 17
Figure 3 : Illustration de l'effet Venturi. 20
Figure 4 : Estimations du changement de températures et de l'élévation du niveau de la mer d'après les différents scénarios du Giec. 23
Figure 5 : Le climat dans le Rhône. Source : Météo-France 24
Figure 6 : Cumul des précipitations annuelles sur la station de Bron pour la période 1945-2003. Source : Projet Imfrex. 25
Figure 7 : Cumul des précipitations estivales sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex. 25
Figure 8 : Moyenne de la température moyenne maximale sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex. 25
Figure 9 : Moyenne de la température moyenne estivale sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex. 25
Figure 10 : Moyenne de la température moyenne hivernale sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex. 26
Figure 11 : Nombre de jours de température supérieure à 25 °C sur la station de Bron pour la période 1931-2003. Source : Projet Imfrex. 26
Figure 12 : Nombre de jours de gel hivernal sur la station de Bron pour la période 1965-2003. Source : Projet Imfrex. 26
Figure 13 : Nombre de jours de gel printanier sur la station de Bron pour la période 1965-2003. Source : Projet Imfrex. 26
Figure 14 : Période de croissance sur la station de Bron pour la période 1965-2001. Source : Projet Imfrex. 27
Figure 15 : Écart des températures maximales d'été entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex. 28
Figure 16 : Écart des températures minimales d'hiver entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex. 28
Figure 17 : Écart des précipitations d'été entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex. 29
Figure 18 : Écart des précipitations d'hiver entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex. 29
Figure 19 : Évolution des aires de répartition climatiques selon scénario B2 du Giec. Source : d'après V. Badeau Projet Carbofor. 30
Figure 20 : Estimation de l'évolution des températures et précipitations sur la région lyonnaise entre les périodes 1960-1989 et 2070-2099. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement. 31
Figure 21 : Extrapolation de l'évolution des températures et précipitations sur la ville de Lyon pour la période 2060-2100. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement. 31
Figure 22 : Schéma des connaissances nécessaires pour une gestion adaptée. 37
Figure 23 : Tableau Enjeux/Objectifs. 38
Figure 20 : Estimation de l'évolution des températures et précipitations sur la région lyonnaise entre les périodes 1960-1989 et 2070-2099. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement. 39
Figure 21 : Extrapolation de l'évolution des températures et précipitations sur la ville de Lyon pour la période 2060-2100. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement. 39
Figure 24 : Nid de chenilles processionnaires. Source : www.lanature.fr 48
Figure 25 : larve de mineuse du marronnier. Source : http://cameraria.orleans.inra.fr 49
Figure 26 : Psylle de l'albizzia. Source : www.insecte.org 49
Figure 27 : Le PépiPIAF. Source : T. Améglio, Inra UMR « PIAF » Clermont-Ferrand 51
Figure 28 : Interrelations des études proposées. 53

Index alphabétique des sigles

Arpège : Modèle atmosphérique de prévision numérique du temps et du climat de Météo-France.
Carbofor : Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France.
C.N.R.M. : Centre national de recherches météorologiques.
C.C.N.U.C.C. : Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique.
CCTP : Cahier des clauses et techniques particulières.
D.E.V. : Direction des espaces verts.
G.E.D. : Gestion évolutive durable.
G.E.S. : Gaz à effet de serre.
Giec : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
GRAAL : Gestion raisonnée de l'arrosage automatique lyonnais.
Imfrex : Impact des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent, de température et de précipitation.
Inra : Institut national de recherche agronomique.
I.P.S.L. : Institut Pierre Simon Laplace.
I.S.O. : International Organization for Standardisation
L.M.D. : Laboratoire de météorologie dynamique.
L.M.D.Z. : Modèle atmosphérique développé au L.M.D.
P.I.A.F. : Physiologie intégrative de l'arbre fruitier et forestier.
P.C.T. : Plan climat territorial.
P.N.A.Q. : Plan national d'affectation des quotas.
P.N.L.C.C. : Plan national de lutte contre le changement climatique.

Introduction.

Le changement climatique est maintenant un fait reconnu par la communauté scientifique qui l'explique principalement par l'amplification du phénomène de l'effet de serre. Soucieuse d'améliorer la qualité de sa gestion arboricole, la ville de Lyon a décidé de se pencher sur cette question en réfléchissant à la façon dont ce changement climatique peut affecter la gestion de son patrimoine arboré, et en conséquence à la manière dont cette gestion pourra être adaptée compte tenu des éléments disponibles.

La question est d'importance car si des réflexions ont lieu au niveau international et que les instances politiques semblent s'éveiller de plus en plus aux enjeux climatiques actuels, en revanche il n'en reste pas moins des hésitations quant aux actions concrètes qui pourraient en découler. On constate que les décisions de réduction de gaz à effet de serre sont souvent prises, mais malheureusement rarement accompagnées d'objectifs chiffrés.

Face au changement climatique la lutte et l'adaptation sont deux positions possibles. Les deux aspects sont bien différents et jusqu'à présent la tendance était plutôt de privilégier le premier et d'oublier le second. On réalise à présent que les changements auront lieu de toute façon et que les mesures de lutte seules ne permettront pas de les juguler. Dans cette situation, il devient nécessaire et urgent de réfléchir dès à présent aux mesures d'adaptation envisageables dans le but d'être le moins affecté possible, et de mettre en place les solutions les plus économiques avant de devoir subir de plein fouet le résultat d'une non-adaptation.

En effet suivant la façon de gérer, surveiller et conduire le patrimoine de la ville, les conséquences du changement climatique peuvent être limitées et la situation, si elle est bien préparée pourrait même être bénéfique pour la ville. Toute la question est de savoir quels sont les modes de gestion les plus appropriés, ceux qui faciliteront cette l'adaptation.

Pour répondre à cela nous nous proposons de faire le point sur le fonctionnement du service des espaces verts et ses modes de gestion avant de rappeler les contraintes auxquelles l'arbre urbain doit faire face. Ceci nous conduira alors à faire le bilan des données existantes sur le changement climatique, et cela à l'échelle la plus fine possible. Nous nous pencherons ensuite sur la méthode à utiliser et les résultats à obtenir pour affiner cette gestion avant de voir sur quels aspects nous pouvons d'ores et déjà agir par mesure de précaution.

Partie 1 - CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE.

1. Caractéristiques des espaces verts lyonnais.

1.1. Historique de Lyon.

Le contexte urbain Lyonnais a subi d'importantes modifications au cours du siècle dernier. C'est sous le mandat d'Édouard Herriot, de 1905 à 1942 puis de 1945 à 1957, que sont réalisés les grands projets d'urbanisme. Le quartier des Brotteaux est un exemple de projet d'avant-guerre dont l'influence est clairement haussmannienne.

En France le début des années 1960 est marqué par une augmentation de la population et Lyon n'échappe pas à la tendance générale. C'est de cette époque que date la construction des quartiers périphériques de Mernoz, Rillieux ou de la Duchère, destinés à offrir plus d'habitations. Les secteurs de la culture, des transports et des affaires se développent également sur cette période avec notamment la construction du quartier de la Part-Dieu, l'installation du métro et le tunnel de Fourvière. L'expansion urbaine se poursuit avec en 1975 l'aéroport Saint-Exupéry au sud-est de Lyon, seul emplacement possible puisque la ville est encadrée à l'ouest et nord-ouest par les collines de Fourvière et de la Croix-Rousse.

À partir des années 1980, des travaux d'aménagement sont lancés sur des sites stratégiques en vue d'améliorer les équipements existants et ceci dans un contexte de valorisation du patrimoine. Celui-ci obtient une reconnaissance internationale en 1998, date à laquelle le site historique de Lyon est inscrit par l'UNESCO au patrimoine mondial de l'humanité. Ces aménagements conduisent à une artificialisation des surfaces urbaines dans le dernier quart du xx^{e} siècle.

À l'heure actuelle on observe une densification du noyau urbain, avec par exemple le projet d'aménagement de la presqu'île, Lyon Confluence, partie centrale de Lyon. L'augmentation de la densité permet ainsi de limiter l'étalement urbain. Toute la difficulté est de pouvoir répondre lors de ces aménagements à la demande du public qui souhaite plus de nature en ville, tout en réussissant à limiter les coûts.

1.2. Présentation des espaces verts.

Situé à la confluence du Rhône et de la Saône, Lyon se localise au Nord de la vallée du Rhône entre le massif central et le massif alpin, dans un département comprenant les Monts du Lyonnais, les Monts du Beaujolais et une partie du massif du Pilat. Son altitude moyenne est de 173 m.

La ville de Lyon compte 466 400 habitants. Les espaces verts de la ville de Lyon gèrent 395 ha d'espaces verts sur 4787 ha, dont 11 000 m^2 de massifs. Cette surface compte les parcs, les jardins, les écoles, les cimetières et les installations sportives. Si on tient compte de la superficie de la ville cela représente 8,2 % du territoire lyonnais et 9 m² d'espaces verts par habitant intra-muros. La taille des parcelles est variable de quelques m^2 à 105 ha pour une totalité de 1 210 parcelles. Cette infrastructure est complétée par 75 fontaines et jets d'eau, 135 monuments et 675 mobiliers de jeux répartis sur 175 aires.

Pour les arbres en particulier, ce sont environ 55 000 arbres qui sont sous la responsabilité de la direction des espaces verts. Le Grand Lyon quant à lui possède la compétence de la voirie et dans un souci de cohérence il assure la gestion des 23 000 arbres qui en dépendent.

La ville possède son propre centre de production horticole de 19 ha à Cibeins qui fournit environ 800 000 plantes par an. Il permet d'assurer une production de végétaux pour les espaces verts en accord avec les périodes de plantation.

Dans un souci de lisibilité et de communication face au public, ce sont quelques 1090 animations pédagogiques qui sont organisées par an pour environ 20 000 personnes. De même, on compte 180 manifestations culturelles et sportives par an dans les parcs et jardins. Pour plus d'informations, une présentation des espaces verts publics lyonnais est disponible en annexe 1.

1.3. Missions des espaces verts.

La Direction étant au service de la population, elle s'est fixé des objectifs tels que l'application des nouvelles normes environnementales visant à protéger, préserver et mettre en valeur les espaces verts de la ville ; l'aménagement et la gestion des espaces publics, la sensibilisation du grand public sur les questions environnementales, ou encore l'aménagement, l'entretien et le renouvellement des parcs et jardins, écoles et résidences pour personnes âgées sur l'ensemble de la ville de Lyon.

Pour atteindre ces objectifs le service concentre ses activités sur :

- La prise en compte permanente d'une démarche de gestion différenciée, du développement durable et d'une certification ISO 14001.
- L'entretien, la plantation et les soins des arbres et des espaces verts ;
- L'inventaire et la gestion du patrimoine arboricole ;
- La gestion des aires de jeux et du mobilier urbain ;
- La production florale et arbustive à Cibeins ;
- La réalisation d'animations pédagogiques ;
- La gestion de l'événementiel (« rendez-vous au jardin », « fête des feuilles », journées du patrimoine…) ;
- Le ramassage des ordures du Parc de la Tête d'Or (P.T.O) par l'équipe hippomobile, et la collecte sélective.

1.4. Moyens et contraintes.

En 2006, la Direction des espaces verts compte 378 agents répartis de la façon suivante :

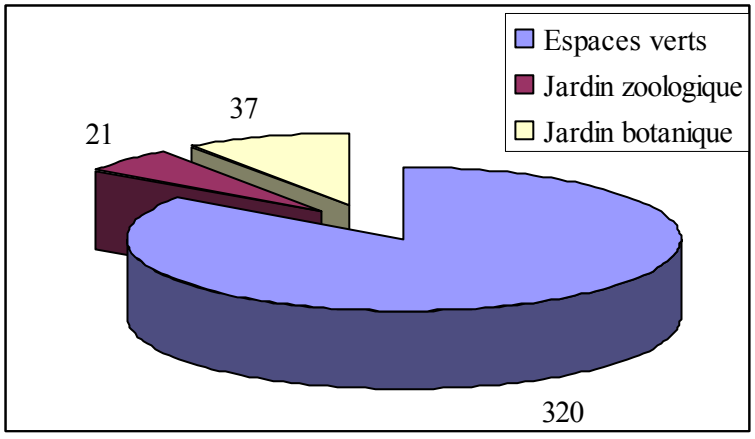


Figure 1: Répartition du personnel de la D.E.V. Source : D.E.V.

En 2007, Le budget de fonctionnement hors personnel est de 3,4 M€ avec un coût pour la masse salariale de 13,8 M€. Ceci représente 5.9 % du coût total de la masse salariale de la ville de Lyon. Le budget d'investissement est lui de 3,9 M€.

Les coûts de gestion sont quant à eux de l'ordre de 5,7 €/m²/an pour le coût global moyen d'entretien, ce qui revient environ à 51,25 €/hab./an.

1.5. Spécificités du travail en collectivité.

La première particularité du travail en collectivité est celle des notions de décentralisation et déconcentration territoriale. La décentralisation consiste à accorder aux collectivités des compétences qui lui sont propres. Elles ne sont donc pas placées sous la tutelle d'un ministère. Une collectivité comme Lyon se situe à ce niveau-là, ce qui garantit son autonomie. La déconcentration en revanche s'exprime par des délégations de l'administration centralisée à des fonctionnaires qui eux restent donc sous la tutelle d'un ministère.

De plus les collectivités territoriales sont au service de la population et doivent être capables de répondre aux attentes et exigences de celle-ci dans la mesure du possible : c'est leur rôle de service public. Elles se doivent donc de justifier leurs actions, de les faire comprendre, et de prendre le temps de rencontrer les citoyens chaque fois que cela est nécessaire, par exemple lors de la réunion des comités de quartiers. Elles ont aussi pour rôle d'informer le public au travers d'actions de communication.

Dernière spécificité : le rôle joué par les élus. En collectivité un projet doit être validé par un élu avant de pouvoir être réalisé. Par conséquent il peut être nécessaire de monter des dossiers rassemblant de façon objective des critères sur lesquels l'élu devra se prononcer. Celui-ci peut aussi demander la réalisation d'un projet.

1.6. Modes de gestion utilisés.

La gestion des espaces verts, pour l'entretien courant et la propreté, se fait en régie municipale. Il peut aussi y avoir intervention d'une entreprise, avec dans ce cas un passage par un marché public. Cette entreprise peut être une entreprise de réinsertion. Les travaux de maintenance sont assurés par des entreprises d'espaces verts.

La ville ayant son propre centre de production horticole, comme nous l'avons dit plus haut, l'approvisionnement en plantes à massifs est assuré en interne. Les arbres sont quant à eux soit fournis par le centre de Cibeins, soit achetés chez des pépiniéristes.

La gestion évolutive durable a été mise en place au sein de la direction depuis le 13 juillet 2005 dans le cadre de la certification ISO 14001. C'est le premier service espaces verts de France à obtenir cette certification qui assure des pratiques respectueuses de l'environnement. Elle se traduit par :

- La gestion différenciée des espaces verts ;
- L'expérimentation de nouvelles techniques d'entretien ;
- La mise en place d'un programme de végétalisation pluriannuel ;
- La gestion des déchets : réduction, valorisation, recyclage ;
- La préservation de la ressource en eau grâce au projet de gestion raisonnée de l'arrosage automatique lyonnais, le GRAAL. Cela concerne l'arrosage automatique, l'adaptation des techniques (récupération des eaux de pluie) ;
- La maîtrise des pollutions : « zéro produits phytosanitaires » et recherche de mesures alternatives : désherbage thermique, lutte biologique, biolubrifiants, biocarburants, éco fournitures ;
- L'amélioration de la qualité de l'air : utilisation de vélos et de chevaux, végétalisation, mur végétaux ;
- La protection des sols : couvre-sol et engrais verts ;

- La prise de mesures pour favoriser la biodiversité : relevés floristique et faunistique, meilleure gestion, nouvelles végétalisations.

La plate-forme « échos-paysage », une plate-forme d'échange et d'expérimentation qui rassemble plusieurs partenaires dont la ville de Lyon et des entrepreneurs du paysage a également été mise en place.

Il est important de faire remarquer que, s'il existe un plan de gestion établi pour le parc de la Tête d'Or, il n'existe pas de document concernant la gestion des espaces verts, même de façon générale. La réalisation de tels plans de gestion est actuellement en cours de réflexion.

J'ai réalisé ce stage dans le service Éco-Développement, chargé des missions relatives à la production, aux transports, à l'eau et aux arbres. Ce service est composé d'une unité de veille et d'une unité d'intervention. La cellule de veille a été créée en avril 1998 et a pour missions l'inventaire et le diagnostic des arbres de la ville. Elle contrôle l'état sanitaire des arbres tout au long de l'année, arrondissement par arrondissement. Le diagnostic est réalisé visuellement et est approfondi si nécessaire avec un résistographe.

Suite au diagnostic, l'unité d'intervention réalise les travaux nécessaires. Elle est aussi chargée des interventions programmées, celles qui font suite à des demandes venant d'autres services par exemple. Ces interventions rassemblent les travaux d'élagage, d'abattage, de dessouchage, … La ***figure 2*** montre l'imbrication des différentes unités et le personnel alloué à chacune d'entre-elles, l'organigramme du bureau de la Direction des espaces verts est disponible à l'**annexe 2**.

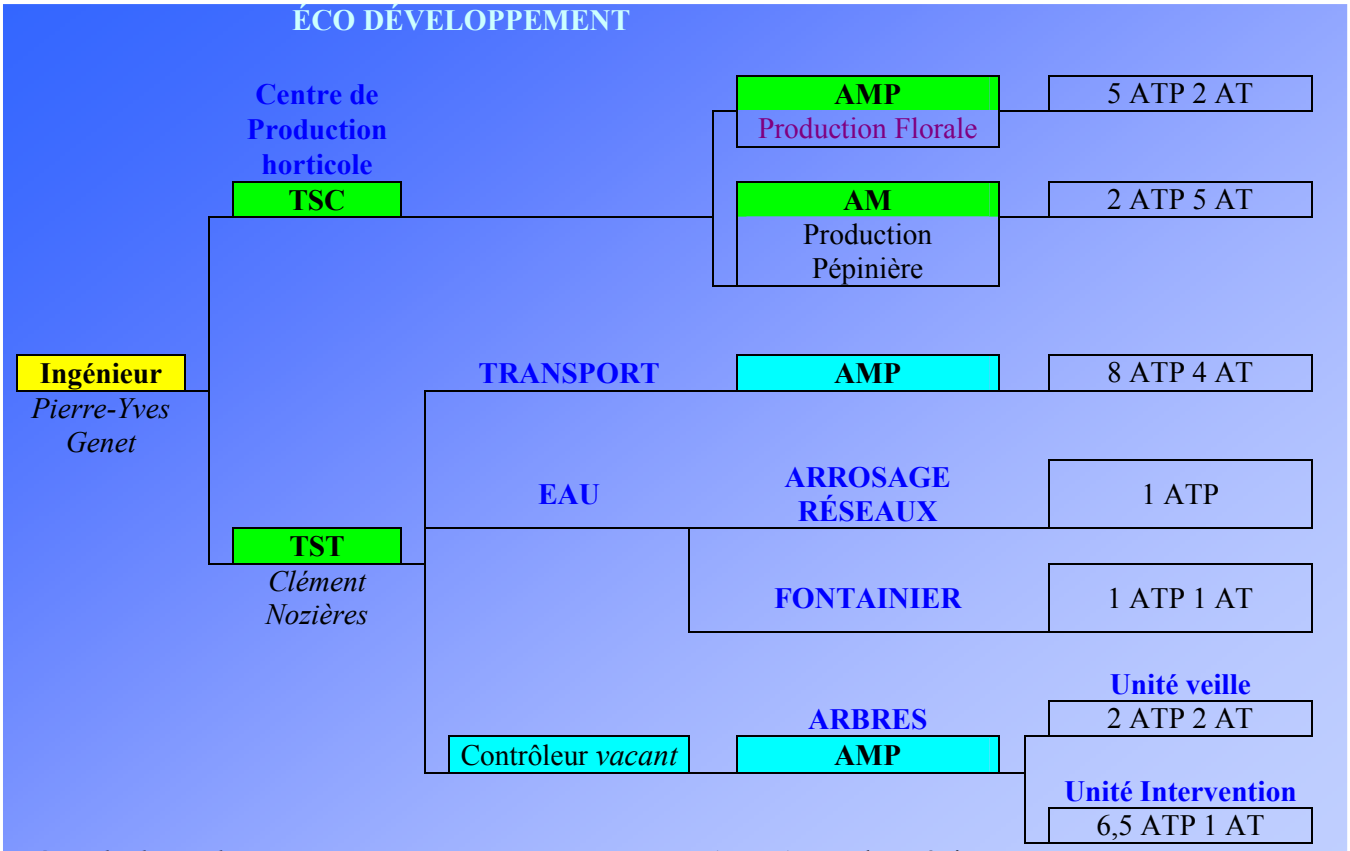


Figure 2 : Organisation du service Éco-Développement. Source : D.E.V.

2. L'arbre en ville : une situation particulière.

2.1. Pourquoi planter en ville ?

Du fait du caractère extrêmement artificiel du milieu urbain, l'introduction des arbres pose un certain nombre de problèmes.

Des problèmes financiers dans un premier temps : un arbre demande à être géré. Il faut en assurer le suivi et l'entretien qui engendrent naturellement des surcoûts.

Viennent ensuite les problèmes structurels. En effet, un arbre prend de la place, place qui aurait pu être occupée différemment : parking, habitations, bureaux ou commerces. Il s'oppose ainsi directement à la densification de la ville, l'un des deux moteurs du développement urbain avec l'extension. De plus il ne se développe pas seulement à l'air libre mais également dans le sous-sol, occasionnant parfois des dégâts sur les réseaux en place et imposant des contraintes techniques supplémentaires lors de nouveaux aménagements.

Enfin la ville assure son rôle de service public et d'intérêt général envers la population, le principal utilisateur de l'espace urbain, et dont elle est chargée d'assurer la sécurité. Cette sécurité peut être mise en péril de nombreuses façons qui vont de la chute de branche, jusqu'au pollen allergisant de certaines essences. Cette population est par ailleurs très exigeante et variée dans ses besoins, puisque ceux-ci changent d'un individu à l'autre et sont même contradictoires dans certains cas. Ceci peut causer parfois des désaccords avec les prises de décision des gestionnaires.

Néanmoins les bénéfices que représentent les arbres compensent ces aspects négatifs. Ils apportent la valeur paysagère demandée par les urbains et procurent un apaisement. Ils peuvent par leur présence favoriser le lien social d'une communauté autour d'une identité ou d'un lieu de repos. Au niveau environnemental ils contribuent à dépolluer l'atmosphère, diminuent la température locale ou encore favorisent la biodiversité en abritant bon nombre d'organismes et en présentant un écosystème riche.

On l'aura compris : l'arbre n'est pas en ville dans son milieu naturel. Un point de grande importance est celui de la dimension finale d'un arbre. Les arbres ont été trop longtemps plantés sans aucune prise en compte de leur taille adulte et ceci juste dans le but de « remplir l'espace » le plus vite possible, même si ces pratiques commencent à changer. La conséquence directe est une gêne sur les façades environnantes, toujours source de plaintes par les usagers : vue obstruée, feuilles mortes dans les gouttières, … La taille abusive et brutale pour maintenir les sujets à la dimension souhaitée est donc pratiquée pour pallier le problème. Celle-ci est malheureusement la porte ouverte aux maladies et pourritures et ne peut mener qu'à des arbres dangereux et moribonds.

Enfin il y a encore toute la liste des blessures portées aux arbres : pare-chocs de voitures, bris de branches, écorçage, griffures et autres dommages, très fragilisantes pour eux et qui témoignent de la difficulté de notre société à leur donner réellement leur place dans nos villes.

2.2. Un sol perturbé.

Première interface de l'arbre avec son milieu extérieur : le sol. Le respect du système racinaire est primordial même s'il ne nous est pas visible. C'est lui qui assure la nutrition par l'absorption d'eau et de minéraux et la stabilité de l'arbre. Pourtant c'est le premier à être malmené. Dans cette optique la taille des fosses de plantation doit être suffisante lors des plantations, l'idéal est de pouvoir lorsque c'est possible mettre les fosses en relation, pour des arbres d'alignement par exemple. Ceci permet une plus

grande zone de prospection par les racines, un meilleur équilibre hydrique ou encore la possibilité de fonctionnement d'un écosystème. Il faut également savoir que les sols en ville présentent parfois des carences minérales ou encore des toxicités au regard de la nature des matériaux utilisés pour les constituer.

La multiplication des réseaux souterrains est une contrainte supplémentaire car d'une part elle empêche la prospection racinaire et d'autre part elle entraîne de grandes modifications du sol dès qu'il est question de bouleverser ces réseaux. Il est essentiel de prendre le plus grand soin du système racinaire lors de travaux de réaménagement. Il est courant d'observer des dégâts à ce niveau alors qu'on sait qu'il est inutile de conserver un arbre lors d'un projet si celui-ci est amené à être trop fortement perturbé. C'est le cas lorsque son système racinaire est endommagé : sa stabilité est remise en cause, sa nutrition également, tandis que la porte est ouverte à toutes les maladies et infections. Mieux vaut dans ce cas supprimer l'arbre en question plutôt que de devoir l'abattre quelques années après, voire moins.

Le sol urbain est également sujet à un compactage plus intense, entre autre dû à la fréquentation des usagers, par piétinement ou par passage de véhicules. Dans ces conditions l'activité biologique est difficile, en particulier pour les mycorhizes ; avec des carences et une toxicité minérale ainsi qu'une compaction qui limite la prospection racinaire, l'impact sur la nutrition de l'arbre est direct.

De même la quantité et la qualité d'eau disponible pour les arbres sont très variables. D'une manière générale il n'y a pas eu de réflexion sur la place de l'arbre dans l'infrastructure urbaine en France depuis Haussmann. Par conséquent il doit réussir à survivre dans des conditions, notamment hydriques, parfois assez sévères. En effet la tendance actuelle est plutôt à l'imperméabilité des sols, surtout en voirie. La réflexion est tournée vers la collecte et l'évacuation des eaux pluviales, pour en simplifier l'entretien. Ceci a plusieurs conséquences :

- *Un manque d'eau en été.*

Les sols étant devenus imperméables, l'eau ne s'infiltre plus ou peu et ne suffit plus à assurer les besoins en eaux. Le phénomène est renforcé par la compaction du sol. De plus, lors d'épisodes orageux où les précipitations sont abondantes, l'érosion est favorisée tandis que l'eau immédiatement évacuée est inutilisable. Ceci est particulièrement dommageable à Lyon où les précipitations de ce type sont importantes. Cet assèchement du sol aggrave les extrêmes climatiques, déjà importants en ville, et diminue la probabilité de survie des arbres.

- *Un engorgement en hiver.*

À l'inverse les précipitations sont plus fréquentes en hiver et les eaux pluviales sont susceptibles de s'accumuler dans les fosses de plantation, d'autant plus qu'avec l'imperméabilité des sols l'évaporation est limitée. Les plantations doivent donc faire face à un engorgement hivernal, ce qui provoque également une baisse de la probabilité de survie.

- *Plantation sous couvert limitant l'arrosage naturel.*

Le choix de l'endroit d'installation de plants est également à réfléchir. S'il est possible d'assurer un arrosage sur les premières années d'installation cela reste rarement envisageable à long terme : l'arbre doit pouvoir subvenir seul à ses besoins. C'est pourquoi il faudra prendre garde à ne pas planter d'arbres dans des zones protégées par des bâtiments où les précipitations ont peu de chances d'arriver en quantité suffisante, sous peine de voir ces arbres dépérir lorsque les arrosages cesseront.

2.3. Une pollution atmosphérique.

Seconde interface : l'atmosphère. Grâce à celle-ci l'arbre synthétise sa matière organique par photosynthèse en prélevant du CO_2. Or l'air est un facteur fortement modifié en ville et ceci n'est pas sans avoir de conséquences pour les végétaux qui y sont implantés, notamment avec l'influence de la température qui pèse sur le maintien ou non des essences. Cette influence s'exprime sous l'effet de la concentration des gaz à effet de serre qui proviennent des transports, des industries ou encore du chauffage en hiver et à la climatisation en été qui émettent tous deux de la chaleur, à lier à la qualité de l'isolation des bâtiments. Dans ces conditions les essences atteignent malheureusement très vite les limites de leurs capacités d'adaptation.

De plus, la quantité de particules polluantes est beaucoup plus importante qu'en territoire rural. L'accumulation de ces particules, combinée à l'action de divers autres facteurs comme la circulation des masses d'air est à l'origine de l'effet d'îlot de chaleur urbain existant au-dessus des villes, sur lequel nous reviendrons plus tard. Ceci a naturellement des conséquences sur la physiologie des arbres au niveau des échanges gazeux.

2.4. L'existence d'un microclimat local.

De par sa structure même, le milieu urbain induit une perturbation locale du climat : des températures plus élevées et une humidité atmosphérique plus faible notamment. Mais si ces deux aspects sont les plus connus, ce ne sont pas pour autant les seuls.

- *Effet venturi le long des rues et ensembles d'immeubles.*

La circulation des masses d'air en ville est encore à étudier à l'heure actuelle. Toutefois on peut déjà dire qu'il existe une accélération du vent le long des grandes artères par simple effet venturi. Ceci peut engendrer des pointes de vitesse difficilement prévisibles et potentiellement déstabilisantes avec la formation de tourbillons et mini-tornades. Le schéma ci-dessous (***figure 3***) explique simplement ce phénomène : en s'engouffrant dans des passages plus étroits la vitesse du vent s'accélère et la pression diminue. Ceci nous donne une pression P1, avant étranglement, supérieure à P2 pendant l'étranglement ; et une vitesse V1 supérieure à V2.

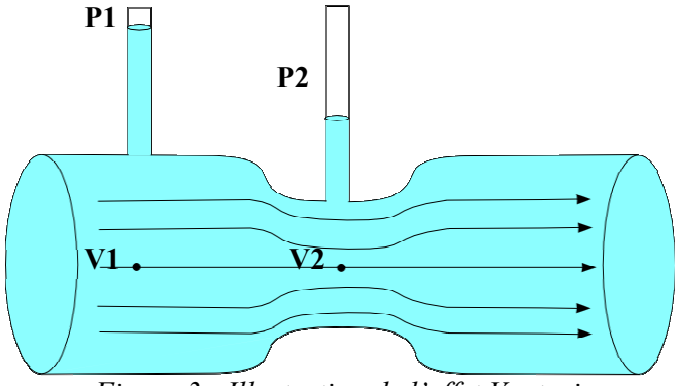


Figure 3 : Illustration de l'effet Venturi.

- *Échaudures.*

Il est important de signaler que les arbres isolés, et en particulier ceux des alignements, sont soumis à des conditions de vie plus dures que les arbres de parcs ou en bosquet. En effet ils sont exposés au rayonnement du soleil qui provoque dans bien des cas des échaudures et on peut observer dans ce cas des alignements entiers qui présentent des brûlures sur la même face. Le phénomène s'explique de la façon suivante et repose sur une alternance de gel et dégel sur la face exposée généralement au soleil couchant (sud-ouest). Il s'agit d'un problème de dormance qui se réalise moins bien au niveau du

cambium de cette face : l'eau n'est pas évacuée en dehors des cellules et prend donc en glace à l'intérieur ce qui provoque leur mort.

Il existe un second type d'échaudure provoqué directement par une trop forte exposition solaire. Les brûlures sont causées par le rayonnement sans que des phénomènes de gel et dégel soient impliqués. Les essences à écorce fine sont particulièrement sensibles à ce type d'échaudure.

- *Lumière.*

Concernant la lumière on remarquera que les murs et sols sont souvent réfléchissants ce qui entraîne une exposition importante aux rayonnements lumineux. Toutes les essences ne sont pas forcément adaptées à ceci. De plus on notera qu'en ville les végétaux sont soumis à une lumière continue par le biais de l'éclairage artificiel la nuit. Outre le gaspillage d'énergie, on peut s'interroger sur les conséquences de cette exposition permanente sur la physiologie du végétal.

3. Le contexte climatique actuel.

Maintenant que la structure et le fonctionnement du service ont été décrits et que les contraintes du milieu urbain ont été abordées, il convient de nous intéresser au contexte climatique de la région lyonnaise. Pour cela il est nécessaire dans un premier temps de nous attarder sur le cadre réglementaire et légal qui existe en matière d'environnement et de changement climatique, avant de poursuivre avec une description climatique d'abord à l'échelle mondiale, puis progressivement à celle de la ville de Lyon. Dans tous les cas nous nous pencherons sur l'évolution du climat grâce aux données du siècle dernier, et à celles qui sont issues des modélisations qui ont été réalisées.

3.1. Cadre réglementaire et légal.

La Conférence de Rio de 1992 a eu un impact notable en matière d'environnement, le point fondamental étant l'adoption de la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. Elle a conduit à la création de l'Agenda 21 ainsi qu'à l'adoption de la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (C.C.N.U.C.C.) qui a abouti par la suite au protocole de Kyoto.

C'est véritablement lors du protocole de Kyoto que les États ont pris des mesures face au réchauffement planétaire. Entré en vigueur en février 2005 suite à sa ratification par la Russie en novembre 2004, il engage 38 états industrialisés à une baisse globale des émissions des gaz à effet de serre à un niveau inférieur de 5,2 % à celles de 1990 pour l'horizon 2012. Pour la France, cela signifie une stabilisation des émissions au niveau de celles de 1990 (565 MteqCO2/an).

Les gaz à effet de serre retenus par le protocole sont au nombre de six. Bien entendu cette liste n'est pas exhaustive mais seuls ces gaz font l'objet de mesures :

- Le dioxyde de carbone (CO_2) ;
- Le méthane (CH_4) ;
- L'oxyde nitreux (N_2O) ;
- L'hexafluorure de soufre (SF_6) ;
- Les hydrofluorocarbures (HFC) ;
- Les hydrocarbures perfluorés ou perfluorocarbures (PFC).

Trois mécanismes dits de « flexibilité » sont mis en œuvre pour mener à bien ces engagements : les permis négociables, le mécanisme de développement propre et la mise en œuvre conjointe.

Au niveau national, conformément à la directive européenne, un plan national d'affectation des quotas (P.N.A.Q.) a été mis en place. De plus un plan national de lutte contre le changement climatique (P.N.L.C.C.) a été adopté le19 janvier 2000, ainsi que la loi programme sur l'énergie du 13 juillet 2005. Toutefois il a rapidement été mis en évidence que le P.N.L.C.C. ne permettrait pas d'atteindre les objectifs fixés par le protocole de Kyoto et c'est pourquoi un plan climat a été élaboré. Ce plan climat, publié en juillet 2004 propose une liste de mesures pour des domaines d'action aussi variés que ceux des transports, du bâtiment, de l'énergie, de l'agriculture, de la forêt ou encore des déchets. Il a pour vocation une déclinaison à l'échelle locale (région, département, communautés de communes, communes) en plans climats territoriaux. C'est en effet à cette échelle que les mesures d'atténuation et d'adaptation peuvent être les plus efficaces.

La loi programme sur l'énergie quant à elle, en plus d'établir une division des émissions des gaz à effet de serre de l'ordre de quatre d'ici 2050, se fixe quatre objectifs majeurs :

- Contribuer à l'indépendance énergétique nationale française et garantir la sécurité d'approvisionnement ;

- Assurer un prix compétitif de l'énergie ;
- Préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre ;
- Enfin garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie.

3.2. Résultats publiés sur le changement climatique.

3.2.1. Les résultats du GIEC pour le globe.

À partir des différents scénarios qu'il a élaborés et dont le détail est disponible en **annexe 3**, le groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique (GIEC) a pu obtenir différentes estimations pour l'évolution de la température du globe et l'élévation du niveau de la mer. Ces estimations sont rassemblées dans la ***figure 4***.

	Changements de température (°C sur 2090-2099 relatifs à 1980-1999)		Elévation du niveau de la mer (m en 2090-2099 relatifs à 1980-1999)
	Meilleure estimation	Plage de vraisemblance	Fourchette couverte par les modèles, excluant des changements dynamiques futurs rapides dans l'écoulement de la glace
Concentration constante au niveau de l'année 2000	0,6	0,3-0,9	NA
Scénario B1	1,8	1,1-2,9	0,18 – 0,38
Scénario A1T	2,4	1,4-3,8	0,20 – 0, 45
Scénario B2	2,4	1,4-3,8	0,20 – 0,43
Scénario A1B	2,8	1,7-4,4	0,21 – 0,48
Scénario A2	3,4	2,0-5,4	0,23 – 0, 51
Scénario A1FI	4,0	2,4-6,4	0,26 – 0,59

Figure 4 : Estimations du changement de températures et de l'élévation du niveau de la mer d'après les différents scénarios du Giec.

Concernant ces estimations, il faut tenir compte du fait qu'elles présentent deux limites. La première vient d'abord des scénarios en eux-mêmes dont on ne connaît pas encore la probabilité de réalisation, la seconde est, elle, plus technique et vient des modèles utilisés et de leur précision. Ceci est notamment valable pour les projections réalisées à l'échelle de la France. Les modèles climatiques présentent une plus grande part d'incertitudes pour les précipitations, tout en permettant de dégager de grandes tendances.

Pour ce qui est des océans, on peut dire que la chaleur mettant plus de temps à atteindre les eaux profondes, ceux-ci se réchauffent plus lentement que les continents. C'est en partie de ce phénomène que vient l'inertie du système. D'autre part il faudra faire face dans tous les cas à une montée des eaux, celle observée aujourd'hui résulte essentiellement de la dilatation thermique, qui sera due à la fonte du Groenland et à celle de la péninsule ouest de l'Arctique. Ceci toutefois reste difficilement quantifiable pour le moment et n'interviendra qu'à des échelles de temps importantes, de l'ordre de 500 ans.

Il est important de signaler que même si on arrête maintenant les émissions de gaz à effet de serre (GES), notre taux de CO_2 continuera encore d'augmenter pendant plusieurs décennies. Pour que celui-ci commence à redescendre il faudra de toute façon compter plusieurs siècles. Ainsi les mesures prises dès à présent n'auront d'effet qu'à long terme, ce qui peut donner une impression de découragement face à la tâche, voire d'inutilité.

3.2.2. Le climat français au cours du siècle passé.

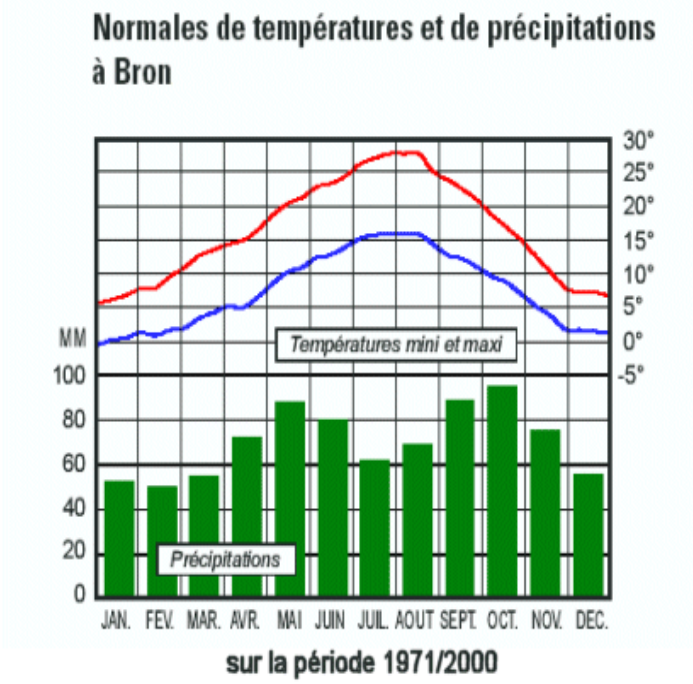
C'est le GIEC qui fournit la majorité des données dans ce domaine. Dans son dernier rapport de 2007 celui-ci précise que sur période 1906-2005 la vitesse d'augmentation de la température moyenne mondiale est de 0,74 (0,56 à 0,92) °C par siècle. À l'échelle de la France, Greenpeace estime l'augmentation des températures moyennes à environ 0,1 °C par décennie pour le xx^{e} siècle, avec une accélération sur la période 1976-2003 : 0,6 °C par décennie. L'augmentation des températures en France est de l'ordre de la fourchette émise par le GIEC : +1 °C à +2 °C suivant les régions.

En revanche il n'y a pas de tendance nette pour les précipitations à l'échelle nationale.

3.2.3. Les évolutions du climat rhône-alpin au cours de ces dernières décennies.

Le climat de la région lyonnaise est un climat de type semi-continental, avec une influence méditerranéenne. Les étés sont chauds et secs avec une amplitude thermique pouvant être de l'ordre de 20 °C et des températures maximales dépassant parfois les 35 °C. L'influence continentale entraîne des hivers rigoureux et des précipitations assez faibles. La température moyenne est de 11,3 °C et l'ensoleillement de 2006 heures par an.

La vallée du Rhône canalise le vent. Celui du sud est particulièrement fort dans la région et est souvent un signe avant-coureur des pluies venant de l'ouest. Les données climatiques sont regroupées dans la ***figure 5*** et on peut remarquer à cette occasion qu'il n'y a pas de période de sécheresse.



Quelques records depuis 1922 à Bron

Température la plus basse	-24,6 °C
Jour le plus froid	22/12/1938
Année la plus froide	1963
Température la plus élevée	39,8 °C
Jour le plus chaud	22/07/1983
Année la plus chaude	2000
Hauteur maximale de pluie en 24h	97 mm
Jour le plus pluvieux	03/10/1935
Année la plus sèche	1949
Année la plus pluvieuse	1960

Figure 5 : Le climat dans le Rhône. Source : Météo-France

La station météorologique de Bron est la station de référence pour l'étude du climat lyonnais. Voyons à présent quelques données générales issues de cette station et leur évolution sur quelques décennies.

➢ *Précipitations*

Il est intéressant de remarquer que suivant l'échelle de temps à laquelle on se place pour observer le cumul des précipitations l'interprétation peut être différente. Ainsi pour les cumuls de précipitations sur l'année il n'y a pas d'évolution significative sur la période 1901-2000 puisque la tendance est stabilisée à 850 mm. En revanche si l'on s'intéresse à la période 1945-2003 on peut mettre en évidence une augmentation de 755 mm à 875 mm (**+ 16 %**) (***figure 6***).

Pour l'été seul, c'est-à-dire les mois de juin, juillet et août, la tendance est plus nette sur la période 1901-2000 cette fois-ci avec un passage 250 mm à 200 mm de précipitations cumulées (**- 20 %**) (***figure 7***).

L'augmentation globale observée sur l'année s'explique par une augmentation des précipitations printanières (mois de mars, avril et mai) et hivernales (décembre, janvier, février), plus nette à partir de 1945 comme nous l'avons dit ci-dessus.

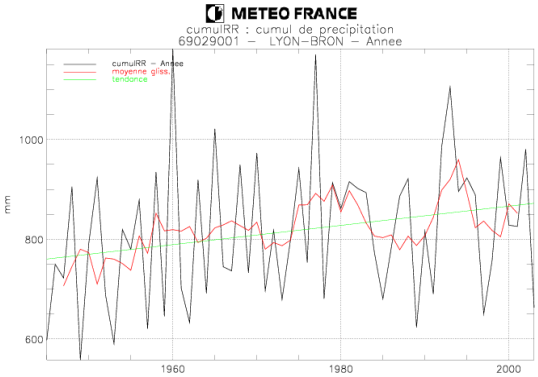


Figure 6 : Cumul des précipitations annuelles sur la station de Bron pour la période 1945-2003. Source : Projet Imfrex.

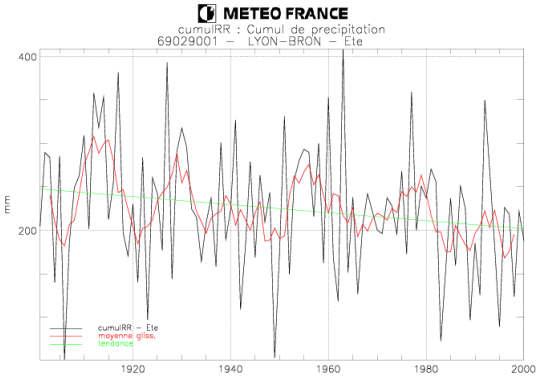


Figure 7 : Cumul des précipitations estivales sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex.

➢ *Températures*

Quelle que soit la période et la saison considérée, la tendance est à l'augmentation des températures. Sur la période 1901-2000 elle est de **+ 1 °C** pour la moyenne de la température maximale annuelle (***figure 8***), de **+ 1,2 °C** pour la moyenne de la température moyenne d'été (***figure 9***) et de **+ 1 °C** pour la moyenne de la température d'hiver (***figure 10***).

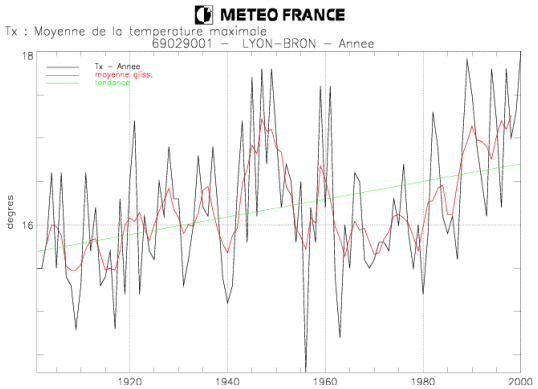


Figure 8 : Moyenne de la température moyenne maximale sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex.

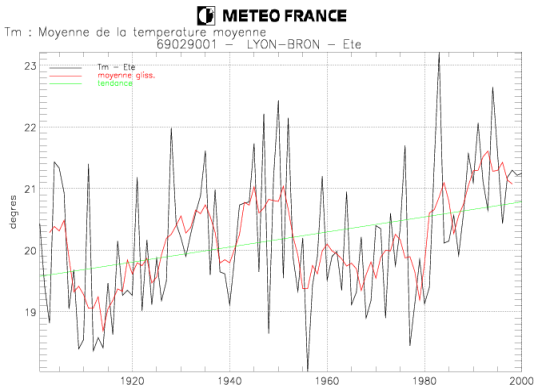


Figure 9 : Moyenne de la température moyenne estivale sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex.

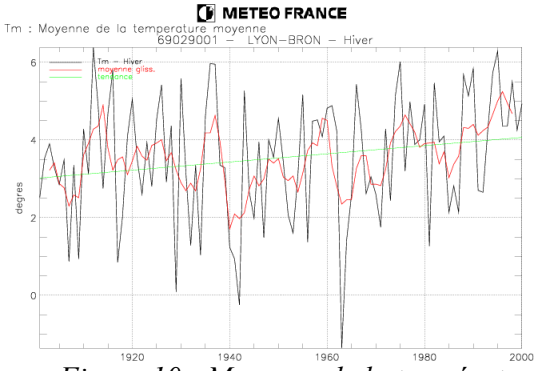


Figure 10 : Moyenne de la température moyenne hivernale sur la station de Bron pour la période 1901-2000. Source : Projet Imfrex.

- *Chaleur*

Le nombre de jour de chaleur est un facteur essentiel en milieu urbain où les conditions de sécheresse sont plus fortes qu'en milieu naturel et ne laissent pas aux arbres beaucoup possibilité d'adaptation. Depuis 1931, la tendance est passée de 58 jours à 70 jours en 2003 (+ **20 %**) ***(figure 11***).

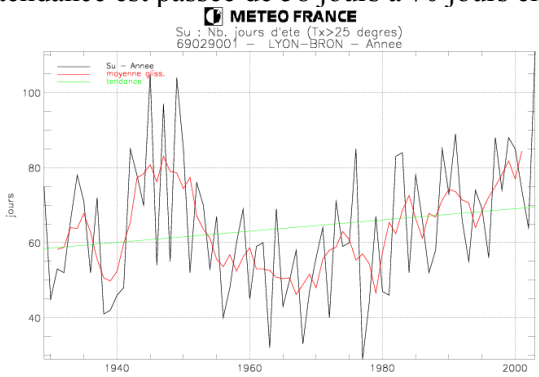


Figure 11 : Nombre de jours de température supérieure à 25 °C sur la station de Bron pour la période 1931-2003. Source : Projet Imfrex.

- *Jours de gel*

Depuis 1965 on observe une baisse du nombre de jours de gel hivernal annuel de 44 jours à 33 (**- 25 %**). Cette diminution est encore plus nette si on ne prend que la période de printemps : diminution de 12,5 à 3 jours (**- 76 %**) ***(figures 12 et 13***).

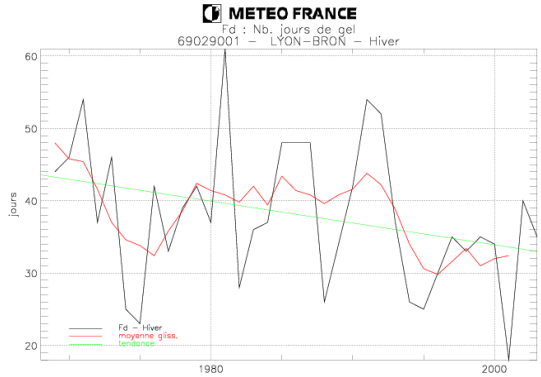


Figure 12 : Nombre de jours de gel hivernal sur la station de Bron pour la période 1965-2003. Source : Projet Imfrex.

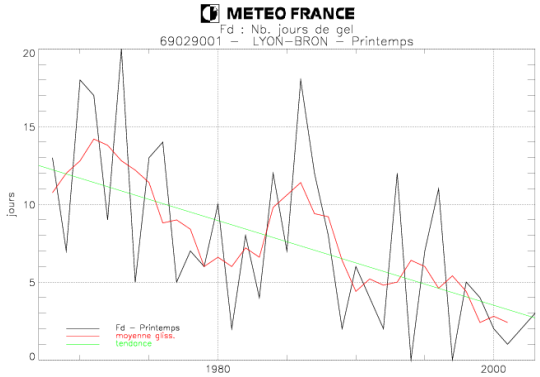


Figure 13 : Nombre de jours de gel printanier sur la station de Bron pour la période 1965-2003. Source : Projet Imfrex.

➢ *Jours de croissance*

Encore une fois la tendance à l'année est à l'augmentation : 302 jours en 1965 à 325 jours en 2001 (**+ 7,6 %**) ***(figure 14***).

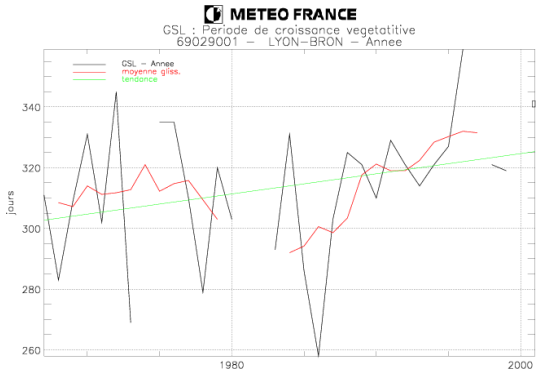


Figure 14 : Période de croissance sur la station de Bron pour la période 1965-2001. Source : Projet Imfrex.

Nous possédons au niveau national des données climatiques assez précises grâce aux modèles climatiques développés par le centre national de recherches météorologiques (C.N.R.M.) et l'Institut Pierre Simon Laplace (I.P.S.L.) dans le cadre du projet sur l'impact des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent, de température et de précipitation (IMFREX). Ces modèles sont respectivement le modèle Arpège, utilisé par Météo-France, et le modèle LMDz. La différence entre les deux modèles provient de leur dynamique atmosphérique.

Les cartes qui suivent (***figures 15 à 18)*** sont issues de ce projet.

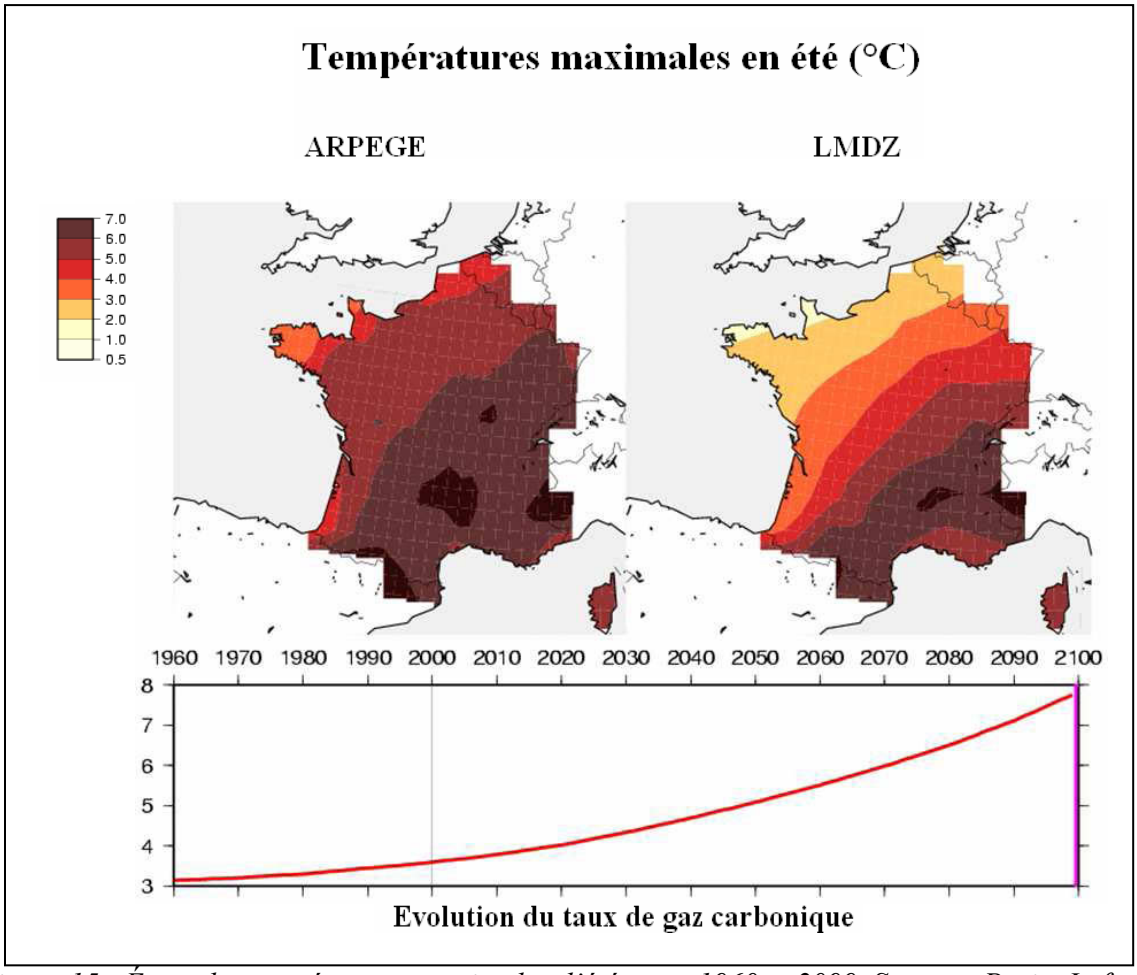


Figure 15 : Écart des températures maximales d'été entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex.

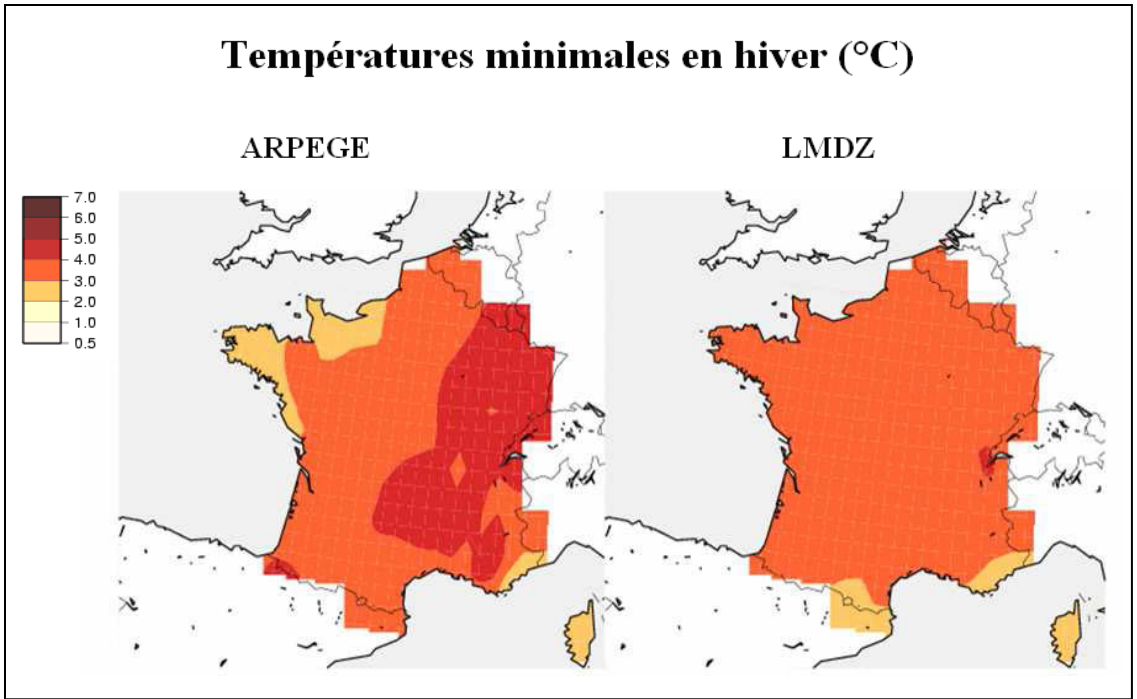


Figure 16 : Écart des températures minimales d'hiver entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex.

Pour ces variables on peut constater que si les deux modèles présentent des différences au niveau national ils donnent en revanche la même estimation pour la région lyonnaise à savoir une température maximale en été de l'ordre de 5 à 6 °C de plus en 2099 qu'en 1960, ainsi qu'une élévation de la température minimale en hiver comprise entre 2 et 3 °C.

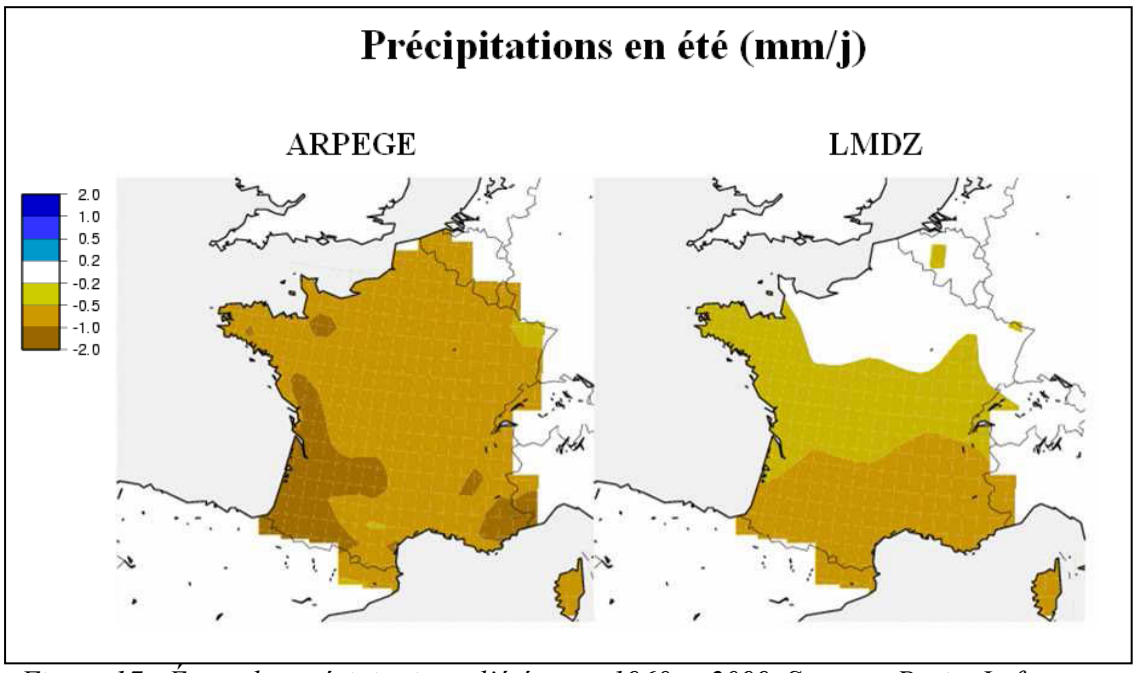


Figure 17 : Écart des précipitations d'été entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex.

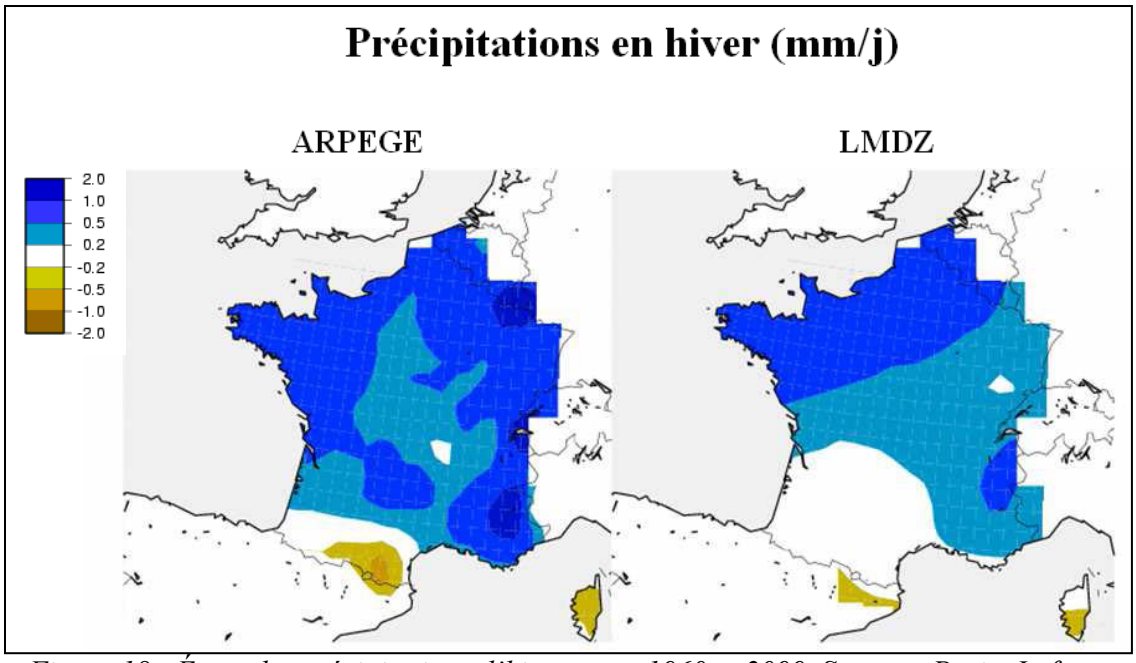


Figure 18 : Écart des précipitations d'hiver entre 1960 et 2099. Source : Projet Imfrex.

La situation est identique pour les précipitations. En effet les deux modèles prévoient une diminution entre 0,5 et 1 mm/j de pluie en été. En hiver le modèle Arpège prévoit une augmentation des précipitations entre 0,2 et 0,5 mm/j ; une estimation similaire à celle du modèle LMDz.

Ainsi, même si les modèles ont été développés à partir d'hypothèses différentes, les estimations qu'ils fournissent s'accordent relativement bien sur la région lyonnaise. On peut alors dégager certaines

tendances climatiques : une augmentation générale de la température aussi bien en hiver qu'en été, une diminution des précipitations estivales et une augmentation des précipitations hivernales.

Dans le cadre du projet Carbofor réalisé par l'Inra de Nancy des cartes d'évolution des potentialités forestières ont été réalisées. Des cartes d'évolution pour plusieurs essences ont ainsi été modélisées, ainsi que celle de l'évolution des aires de répartition climatiques comme le montre la ***figure 19*** suivante.

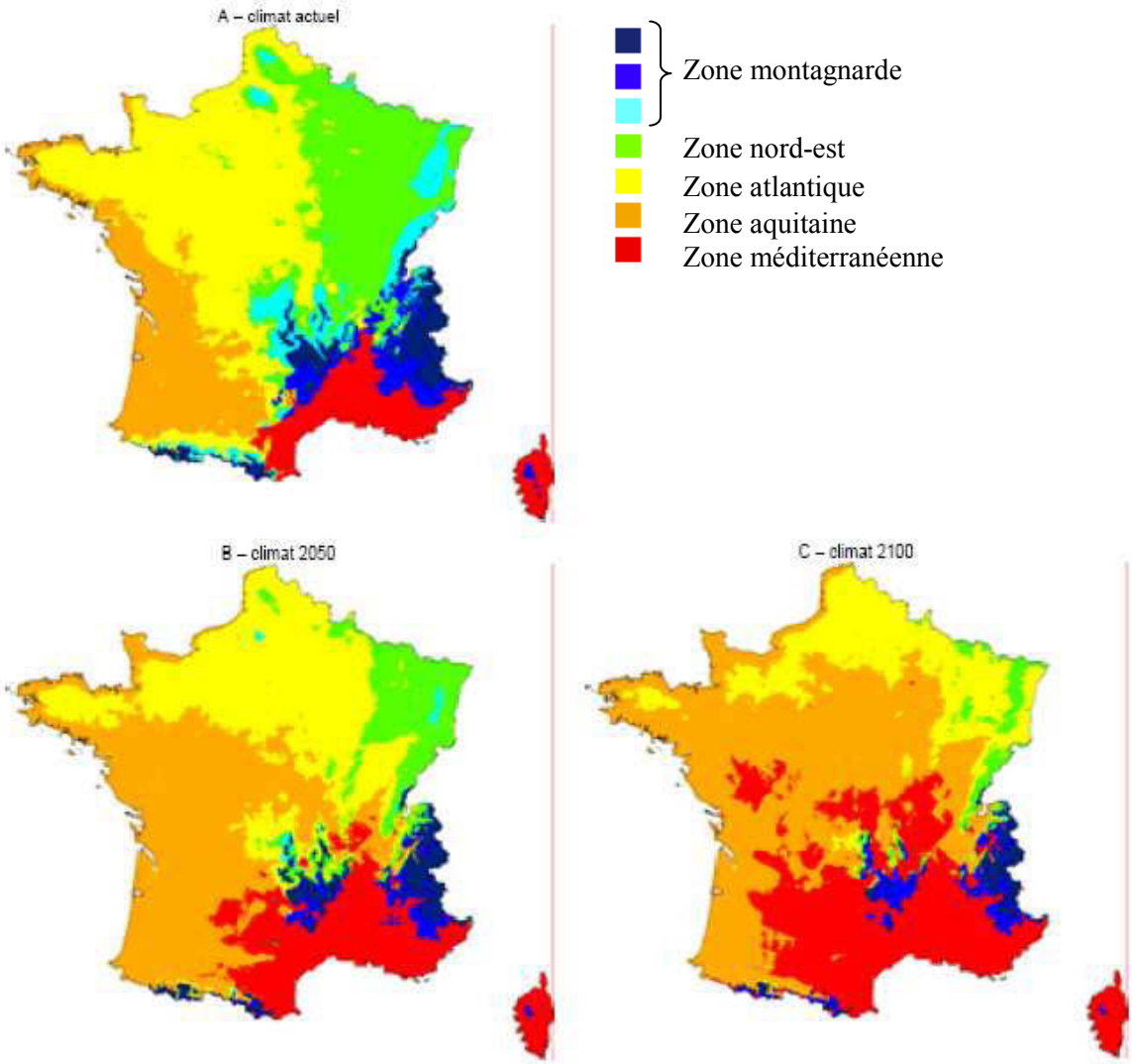


Figure 19 : Évolution des aires de répartition climatiques selon scénario B2 du Giec. Source : d'après V. Badeau Projet Carbofor.

La région lyonnaise qui subit actuellement des influences climatiques à la fois de type continental, méditerranéen et parfois même océanique, pourrait bien se tourner davantage vers un climat encore plus méditerranéen.

Une étude réalisée par RhônAlpÉnergie-Environnement (cf. p. 35), reprenant ces travaux à l'échelle nationale a été réalisée pour la région Rhône-Alpes, toujours en se basant sur l'hypothèse du scénario A2 du Giec. Seul le modèle Arpège a été utilisé pour obtenir des comparaisons entre les périodes 1960-1989 et 2070-2099. Ces estimations sont également à prendre avec de grandes précautions.

	Températures	Précipitations
printemps (MAM)	+ 2 °C à + 4 °C	- 10 % à - 20 %
été (JJA)	+ 4 °C à + 6 °C	- 30%
automne (SON)	+ 3 °C à + 4 °C	0 %
hiver (DJF)	+ 3 °C à + 5 °C	+ 20 %

Figure 20 : Estimation de l'évolution des températures et précipitations sur la région lyonnaise entre les périodes 1960-1989 et 2070-2099. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement.

Pour la même période, cette étude a également estimé les données climatiques suivantes :

- La température diurne maximale en été : + 3 °C à + 5 °C ;
- La température diurne maximale en hiver : + 4 °C ;
- La température maximale diurne supérieure à 35 °C : +10 jours par an ;
- Le nombre de jours secs consécutifs d'été : + 5 % ;
- Le nombre de jours de gel avec une réduction importante de la zone où ce nombre est supérieur à 100 jours.

3.2.4. Prévisions pour Lyon.

Cette même étude a également réalisé une extrapolation à partir de 2060 afin de couvrir la période 2060-2100, et ceci pour certaines grandes villes de la région dont Lyon. Encore une fois il ne peut s'agir que de tendances et non de valeurs sûres.

	Températures sur la période 1960-1989	Températures estimée en 2100	Évolution entre ces deux dates
Température moyenne à Lyon	+ 10 °C	+ 14 °C	+ 3,5 °C à + 4,5 °C
Température minimale moyenne d'hiver	+ 0,5 °C	+ 3 °C	+ 2 °C à + 3 °C
Température maximale moyenne d'hiver	+ 6,5 °C	+ 10 °C	+ 3 °C à + 4 °C
Température minimale moyenne d'été	+ 14 °C	+ 20 °C	+ 5,5 °C à + 6,5 °C
Température maximale moyenne d'été	+ 24 °C	+ 31 °C	+ 6 °C à + 8 °C

Figure 21 : Extrapolation de l'évolution des températures et précipitations sur la ville de Lyon pour la période 2060-2100. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement.

4. Problématique.

Le sujet de ce mémoire étant la prise en compte du changement climatique dans la gestion du patrimoine arboré lyonnais, plusieurs questions se posent. Tout d'abord il s'agit d'un thème fort complexe qui n'a encore été que très peu abordé au niveau national et qui demande de mettre en relation des domaines très variés qui vont des pratiques actuelles, jusqu'à nos modes de vie dans 50 ou 100 ans.

Après cette première partie de présentation générale il est assez clair que nos prédictions quant à l'évolution du climat sont incertaines. Et ceci repose sur les points suivants :

Comment va évoluer le climat ?

Il s'agit là d'une interrogation de portée générale mais à laquelle personne n'est en mesure de répondre pour l'instant. Pourtant il faudrait avoir une idée de cette évolution pour pouvoir être réactifs. Il est possible que les modèles s'affinent au cours des années à venir, mais si l'on veut avoir une action efficace les décisions sont à prendre dès maintenant, ou dans les 30 prochaines années. Aurons-nous une marge de manœuvre suffisante si nous attendons jusque là ? Rien ne nous pousse à croire que des modèles climatiques sûrs existeront d'ici là.

De plus il est encore très difficile de savoir de quelle façon nos modes de vie futurs vont influencer ce changement climatique. Ils ont une réelle importance qu'il est difficile d'évaluer. Par exemple avec une augmentation de la température on pourrait imaginer une augmentation du nombre de climatiseurs qui, s'ils rafraîchissent les habitations, auraient un impact fort sur les émissions de gaz à effet de serre. La chaleur serait alors intensifiée. On peut donc dire simplement que d'ici 50 ou 100 ans nos comportements peuvent changer, peut-être même radicalement, si une réelle prise de conscience a lieu.

Enfin dans notre cas particulier il faut tenir compte de l'effet d'îlot de chaleur urbain, un phénomène encore peu étudié, complexe, et dont l'impact est fort sur la ville de Lyon où son existence ne peut être remise en cause. On constate une différence de l'ordre de plusieurs degrés entre la campagne environnante et les zones les plus urbanisées.

D'une façon générale cet îlot de chaleur est assez difficile à analyser dans la mesure où :

- En milieu urbain il faut tenir compte de plusieurs paramètres du fait de la grande variabilité des microclimats ;
- On n'a généralement pas de données climatiques avant l'installation de la ville qui pourraient faire référence ;
- Bien souvent l'influence de la topographie environnante est difficilement évaluable.

Il faut bien avoir à l'esprit que les phénomènes de changement climatique et d'îlot de chaleur vont tous les deux agir en même temps sur la même période de temps et qu'il sera donc particulièrement difficile d'arriver à distinguer les effets de l'un et de l'autre. De plus, les paramètres influençant cet îlot sont soumis à des interrogations très fortes puisque l'on ignore d'une part l'évolution de la ville ces prochaines années, en matière de densité urbaine et d'étalement notamment, et d'autre part l'évolution des modes de vie urbains : utilisation de la voiture, climatisation, isolation des bâtiments entre autres.

Autre point d'incertitude : le manque de données que l'on a sur l'influence de l'arbre sur son micro-climat. Si le climat a une réelle influence sur le maintien des arbres, ceux-ci agissent aussi à leur échelle sur la température et la composition de l'air. Ainsi l'implantation de la végétation en ville peut avoir un effet sur l'évolution climatique.

De même, d'autres interrogations planent également sur la gestion à mettre en place, à modifier ou à maintenir.

Quelles conséquences pour le patrimoine arboré ?

Le premier point est de savoir si les arbres en place vont être capables ou non de se maintenir. En milieu urbain la question a une réelle importance puisque certains arbres de parcs sont mis en place actuellement pour une longue période et vont avoir dans tous les cas à résister au changement climatique. Il ne s'agit donc pas uniquement de considérer des arbres qui sont plantés pour des durées de l'ordre de la trentaine d'années et pour qui la question de l'impact du changement climatique ne se pose pas vraiment. Ils seront renouvelés avant que les effets soient a priori trop importants. Dans tous les cas la question repose presque essentiellement sur la plasticité des essences implantées, une donnée difficile à obtenir tant les provenances ces essences sont diverses.

Ensuite nous pouvons nous interroger sur la vitesse de migration des essences : sera-t-elle en mesure d'accompagner le changement climatique ou celui-ci sera-t-il plus rapide ? Ceci nous touchera directement puisque la régénération naturelle concerne plusieurs zones sur des parcs et les friches de la ville. Le parc de la Tête d'Or par exemple a certaines de ses surfaces en régénération naturelle. De plus, l'utilisation de ce type de régénération pourrait devenir un nouveau mode de gestion à développer en ville. En situation naturelle il semble toutefois que les changements soient tels que les arbres ne soient pas en mesure de migrer et de suivre le déplacement de leurs aires climatiques.

En parallèle, il faut penser que si les essences migrent elles vont inéluctablement amener avec elles des ravageurs, ce qu'il va falloir prendre en compte également. En effet les essences ne seront pas seules à migrer : avec l'implantation de nouvelles espèces il faut s'attendre à l'apparition de nouveaux ravageurs forestiers même si ceux-ci arrivent avec un décalage dans le temps. C'est le cas ici à Lyon puisque certains venant du sud se développent déjà depuis quelques années et semblent prendre de l'importance. Bien évidemment la mineuse du marronnier (*Cameraria ohridella*) et surtout la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sont les deux ravageurs qui posent le plus de soucis. Mais on notera par exemple le psylle de l'Albizia (*Acizzia jamatonica*) qui est arrivé récemment à Lyon et donc les dégâts sont très rapides. Évidemment les auxiliaires pourront également suivre la migration, mais avec un décalage supplémentaire dans le temps.

Comment adapter la gestion ?

C'est le thème principal de ce mémoire et vu l'ampleur du sujet une réflexion limitée à la seule ville de Lyon n'aurait pas vraiment de sens. C'est pourquoi il m'a paru nécessaire de réunir les organismes concernés par ce thème comme nous allons le voir par la suite.

L'objectif premier de ce stage était la réalisation d'un guide de préconisations en matière de gestion arborée. Bien évidement cet objectif était très ambitieux compte tenu des éléments qui ont pu apparaître par la suite. La confection d'un tel guide ne pourra se faire que lorsque des données plus précises pourront être obtenues, analysées et interprétées, l'idéal serait d'ici une vingtaine à une trentaine d'années. Une échelle de temps plus courte n'est pas significative et une échelle plus longue en revanche risque de ne pas donner une marge de manœuvre suffisante, si celle-ci existe encore d'ici là. Les grands changements pourraient en effet s'accentuer dans les prochaines années et il ne sera alors plus temps de réfléchir : la réflexion devra être aboutie.

Il est donc nécessaire dès à présent de prendre des mesures de précaution avant les premiers résultats en tenant compte des tendances qui peuvent se dégager. Nous pourrons alors proposer un certain nombre de recommandations pour la végétalisation des zones urbanisées, basées sur l'évolution du milieu urbain dans le passé récent et sur ses particularités, en extrapolant les résultats qui pourront être obtenus par la suite.

Partie 2 - MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS.

1. Une approche pour lancer la réflexion : la méthode projet.

Suite à l'analyse de la bibliographie, il est apparu assez vite que les informations que nous possédons sur le sujet du changement climatique à l'échelle de la ville sont lacunaires et très imprécises. Nous avons donc pensé dans un premier temps à mettre en place un système de collecte de données pour la ville, si possible sur une longue durée, afin de pouvoir évaluer les impacts climatiques sur les arbres. Les données obtenues seraient plus fiables et vraiment locales.

La ville de Lyon n'étant pas le seul acteur concerné par ce problème, bien qu'étant le gestionnaire d'une grande partie du patrimoine, il est apparu évident de réunir les organismes concernés par cet enjeu. Ainsi nous avons mis en place la méthode projet dont le processus est expliqué ci-dessous. Cette méthode permet d'organiser le projet tout en assurant sa transversalité.

1ère étape : Diagnostic.

Réalisation d'un diagnostic général de la situation qui passe par un état des lieux, ici notamment des pratiques de gestion et des connaissances climatiques, ainsi que du contexte global dans lequel se situe l'étude : politique environnementale de la ville et avancées d'autres collectivités dans ce domaine.

2e étape : Enjeux et contraintes.

Une fois cette étape achevée apparaissent les enjeux du projet et les contraintes auxquelles il va devoir faire face. Ceux-ci doivent être bien définis pour aboutir à un projet réalisable et organisé.

3e étape : Délais, risques et coûts.

Il est ensuite nécessaire d'établir la durée du projet et les coûts qu'il va engendrer, non seulement pour pouvoir l'organiser de façon optimale, mais également dans notre cas pour pouvoir le présenter et le faire accepter par les élus.

4e étape : Objectifs.

Les objectifs peuvent être alors exposés de façon à encadrer et baliser l'ensemble du sujet. L'idée de ce à quoi on veut aboutir et à quoi on peut s'attendre doit commencer à être plus précise, sans pour autant être détaillée. Ceci est en effet du ressort du groupe de pilotage, à l'étape suivante.

5e étape : Groupe de pilotage.

On peut alors constituer un groupe de pilotage une fois ces étapes accomplies. Tout l'intérêt est de pouvoir s'appuyer sur des partenaires moteurs qui seront porteurs du projet. Il convient également de s'assurer de la transversalité des organismes afin d'avoir le maximum de point de vue différents.

C'est lors des réunions avec le groupe de pilotage qu'est prise la décision de former ou non des groupes de travail, destinés à se consacrer à des thèmes précis et qui devront rendre compte au groupe de pilotage.

6e étape : Plan d'action.

Le groupe de pilotage peut ensuite réaliser un plan d'action dans lequel il :

- Définit les actions à réaliser ;
- Définit les responsabilités de chaque membre ;
- Élabore le phasage pour respecter le planning.

Plusieurs réunions peuvent être nécessaires pour arriver à un plan d'action complet et validé par tous. Il est primordial de prendre le temps de réaliser un plan sur lequel tous les membres seront d'accord.

7e étape : Indicateurs et tableau de bord.

Un autre aspect de cette méthode est la définition des indicateurs de suivi sur lesquels l'étude va s'appuyer ainsi que le tableau de bord. Il est important de penser lors de cette étape aux éventuels réajustements ainsi que, dans notre cas, aux suites à donner à ce projet : qui prendra la suite ? Quelles actions seront menées ?

8e étape : Communication.

L'aspect communication se déroule tout le long du projet, aussi bien avant que pendant et après la mise en place des actions. C'est la condition essentielle pour la bonne réussite du projet et son acceptation par les différents utilisateurs.

2. Groupe de pilotage.

Compte tenu de l'étendue du sujet nous avons cherché à rassembler dans un comité de pilotage les personnes motivées venant des organismes connaisseurs en matière de gestion des arbres et de climat. Ceci dans le but de recueillir des avis sur l'action à mener en matière d'adaptation du patrimoine arboré.

Rhônalpénergie-Environnement est une association régionale qui regroupe environ 40 membres (Conseil régional, Conseils généraux, grandes villes, communauté urbaine, communautés d'agglomérations, producteurs et fournisseurs d'énergie, bailleurs sociaux, syndicats et associations professionnels des secteurs de l'énergie et de l'environnement…). Elle correspond à l'agence régionale de l'énergie et de l'environnement de Rhône-Alpes et s'adresse plus particulièrement aux collectivités territoriales et au secteur para-public auprès desquelles elle joue un rôle d'information, de conseil et d'accompagnement.

Ses domaines d'activité sont :

- L'utilisation rationnelle de l'énergie ;
- La promotion des énergies renouvelables ;
- La protection de l'environnement ;
- La mise en pratique du développement durable.

C'est notamment cette agence qui a réalisé l'étude de l'impact du changement climatique en région Rhône-Alpes dont les résultats ont été présentés dans la première partie. Il était donc logique de les associer à ce projet.

Étant gestionnaire des arbres de voirie et compte tenu de son influence et de son intérêt en matière d'environnement, la communauté urbaine de Lyon est un partenaire incontournable. Le Grand Lyon a pu nous faire profiter de son expérience en la matière puisqu'il est également en train de réfléchir au sujet.

l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle conjointe des ministères en charge de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire et de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ses domaines d'action sont l'énergie, l'air et le bruit, les déchets et les sols, et le management environnemental ce qui lui donne parfaitement sa place dans ce projet. En plus d'apporter ses connaissances sur le sujet, l'ADEME est également reconnue pour ses compétences en matière de communication, et peut soutenir financièrement certains projets.

La ville de Lyon était naturellement partie intégrante du projet en tant qu'initiateur. Elle était représentée au travers de son service Éco-Développement et son service environnement sécurité.

Et enfin le regroupement d'écoles d'ingénieur AgroParisTech était également associé au projet par l'intermédiaire de mon tuteur ENGREF qui bénéficie de retour d'expérience en la matière.

Conclusion de la première réunion du comité de pilotage.

Lors de cette première réunion il a été mis en lumière que si la mise en place d'un réseau d'observation du changement climatique semble être la solution la plus évidente, le sujet est lui en revanche bien plus vaste et plus complexe. C'est pourquoi il a été jugé plus opportun, au vu du temps restant, de faire le point sur l'ensemble des études à réaliser pour appréhender au mieux le sujet et voir la façon dont elles peuvent être réalisées. Ces études se situeront dans le prolongement de ce rapport et en assureront de cette façon la continuité. Il est en effet primordial de ne pas repartir à zéro chaque fois qu'une étude est lancée sur le changement climatique, mais véritablement qu'elles puissent se poursuivre en reposant les unes sur les autres.

3. Premiers résultats et pistes d'études.

3.1. Un besoin d'informations important.

Il est légitime de vouloir mettre en place la gestion la plus adaptée possible. Rappelons que cette gestion repose à la fois sur la connaissance du milieu et sur la connaissance de l'arbre. Il est utile de savoir les conditions climatiques auxquelles va être soumis l'arbre que l'on plantera, de même que de savoir comment il se comporte vis-à-vis de son milieu. Dans notre cas, les conditions climatiques sont amenées à être modifiées sans que l'on sache exactement l'ampleur de cette modification. De plus le fonctionnement de l'arbre urbain n'est pas encore tout à fait connu. Enfin il faut admettre que si le climat influence directement l'arbre, celui-ci agit également sur environnement local. La ***figure 22*** qui suit synthétise ces informations.

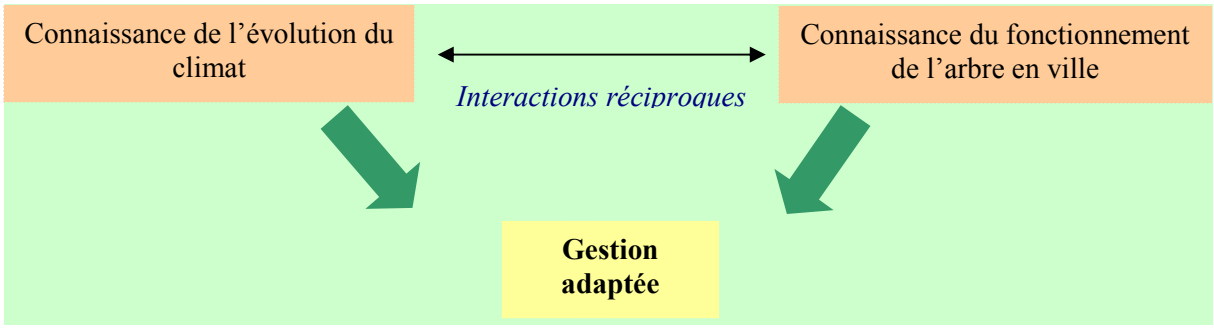


Figure 22 : Schéma des connaissances nécessaires pour une gestion adaptée.

Ainsi les informations de base qui permettent d'adapter la gestion sont manquantes ou imprécises. Sans celles-ci il est difficile de donner des recommandations fiables.

3.2. Cinq volets d'action.

Le groupe de pilotage a établi l'urgence de faire un tour d'horizon des études qui seront nécessaires pour apporter ces connaissances. Avant de savoir exactement quelles études mettre en place, cinq volets sont identifiables pour prendre le sujet dans sa globalité.

- Étude préalable. L'enjeu de ce volet est de pouvoir poser les bases des études suivantes.
- Évolution climatique. Ce volet doit pouvoir permettre d'apporter les connaissances nécessaires pour suivre l'évolution du changement climatique.
- Arbres. Il sera question ici de rassembler les connaissances sur l'arbre vis-à-vis du changement climatique.
- Production. Il sera utile de savoir comment se procurer les plants, lorsque les conditions climatiques seront connues.
- Sociologie. Cet aspect est à ne pas négliger en collectivité, il s'agira de concilier la demande sociale avec les nouvelles contraintes.

3.3. Élaboration d'un plan d'action.

On se propose dans cette partie de présenter l'ensemble des études qui, une fois menées à bien, donneront à la ville les moyens de s'adapter au changement climatique. Elles sont réparties dans les cinq volets que nous avons évoqués et présentent chacune une liste d'enjeux et d'objectifs. Ces informations sont rassemblées dans le tableau suivant (***figure 23***).

Volets	Enjeux	Intitulé de l'étude	Objectifs
Études préalables	Poser les bases des études suivantes.	Typologie des espaces verts.	Caractériser les espaces verts lyonnais.
Évolution climatique	Suivre l'évolution du changement climatique.	Mise en place de stations météorologiques.	Être capable de collecter des données météorologiques sur les espaces verts lyonnais.
		Modélisation du climat urbain.	Pouvoir croiser l'influence du couvert végétal et celui du changement climatique pour déterminer des zones d'action prioritaires.
Arbres	Développer une meilleure connaissance des arbres vis-à-vis du climat.	Influence de l'arbre sur son environnement.	Pouvoir qualifier les modifications microclimatiques générées par un arbre.
		Recherche en autécologie et recensement des écotypes des essences les plus fréquentes.	Constituer une base de données regroupant les données autoécologiques des essences.
			Déterminer les écotypes fréquents des essences les plus utilisées.
		Fonctionnement de l'arbre en ville.	Améliorer les connaissances sur la physiologie de l'arbre urbain.
		Conséquences du changement climatique sur la remontée des ravageurs.	Lister les ravageurs susceptibles de se propager et de s'installer à Lyon.
			Lister les essences sensibles et les essences à risque.
			Recenser pour chacun les moyens de lutte existants.
Production	Adapter les essences plantées aux conditions climatiques.	Identifier les filières production.	Lister l'ensemble des filières de production et de fournisseurs de plants ainsi que leurs spécificités.
			Établir une liste de contacts.
		Réalisation de plantations test.	Réaliser des plantations d'essences en situation limite.
			Déterminer des essences plus adaptées.
Sociologie	Répondre à la demande sociale.	Attentes et besoins du public.	Recenser les attentes et besoins de la population vis-à-vis des espaces verts et notamment pour les arbres.
			Connaître l'avis des citoyens sur la politique et l'action menée par la ville.

Figure 23 : Tableau Enjeux/Objectifs.

4. Interprétation des résultats

4.1. Une évolution du climat…

Les résultats du diagnostic sont exposés dans les premières parties de ce rapport, nous ne rappellerons ici que les principaux.

	Températures	**Précipitations**
printemps (MAM)	+ 2 °C à + 4 °C	- 10 % à - 20 %
été (JJA)	+ 4 °C à + 6 °C	- 30%
automne (SON)	+ 3 °C à + 4 °C	0 %
hiver (DJF)	+ 3 °C à + 5 °C	+ 20 %

Figure 20 : Estimation de l'évolution des températures et précipitations sur la région lyonnaise entre les périodes 1960-1989 et 2070-2099. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement.

	Températures sur la période 1960-1989	Températures estimée en 2100	Évolution entre ces deux dates
Température moyenne à Lyon	+ 10 °C	+ 14 °C	+ 3,5 °C à + 4,5 °C
Température minimale moyenne d'hiver	+ 0,5 °C	+ 3 °C	+ 2 °C à + 3 °C
Température maximale moyenne d'hiver	+ 6,5 °C	+ 10 °C	+ 3 °C à + 4 °C
Température minimale moyenne d'été	+ 14 °C	+ 20 °C	+ 5,5 °C à + 6,5 °C
Température maximale moyenne d'été	+ 24 °C	+ 31 °C	+ 6 °C à + 8 °C

Figure 21 : Extrapolation de l'évolution des températures et précipitations sur la ville de Lyon pour la période 2060-2100. Source : RhônAlpÉnergie-Environnement.

Les résultats exposés dans la première partie permettent d'ores et déjà de tirer des conclusions intéressantes sur les perspectives climatiques futures. Premièrement, un changement climatique est bien en train de se produire aux vues de l'augmentation de la température de l'ordre de 1 °C et de la baisse des précipitations sur le siècle dernier. Deuxièmement les prédictions actuelles donnent pour le siècle prochain des températures qui continueraient d'augmenter, entre 4 °C et 6 °C au plus fort en l'été à l'échelle de la région. Elles seraient associées à des précipitations dont la répartition risque de changer sur l'année. Les mois de printemps et d'été seraient des mois beaucoup moins arrosés et ceux d'hiver le seraient davantage.

En analysant les prévisions pour Lyon seul, l'augmentation des températures est encore plus forte, et cela pour tous les indicateurs.

À partir de l'ensemble de ces estimations une période de sécheresse plus accentuée pour les mois de juin, juillet et août peut être mise en évidence, expliquée par une forte augmentation de la température associée à une baisse des précipitations. De plus les courbes de tendances réalisées pour des échelles de temps de l'ordre de la cinquantaine d'années mettent en évidence une accélération du changement. Reste à savoir si 50 années sont suffisantes pour être significatives.

En ce qui concerne les évènements extrêmes tels que le vent, le risque de mini-tornades ou les évènements climatiques ponctuels comme la fréquence des jours de gelée et de canicule, il n'y a pas encore de données fiables pour pouvoir tirer de conclusion.

4.2. …à lier à la physiologie de l'arbre en ville.

4.2.1. Impact sur la nutrition.

Nous l'avons vu dans la première partie : les sols urbains sont sujets à des contraintes importantes qui touchent notamment à la nutrition des arbres. Il faut savoir que la fertilité des sols est généralement moins bonne et c'est pourquoi la présence de mycorhizes est fondamentale pour permettre à l'arbre l'absorption des éléments minéraux, qui sont déjà souvent en manque.

Avec une modification des conditions climatiques c'est la survie de ces mycorhizes qui peut être remise en cause, avec pour conséquence de leur disparition une situation encore plus dramatique pour l'arbre.

Second point : l'évapotranspiration. Dans les conditions normales, l'eau absorbée dans le sol est presque entièrement évaporée au niveau des feuilles ce qui permet d'une part de faire monter la sève brute aux feuilles en question et d'autre part de faire baisser la température des organes photosynthétiques exposés au soleil. Cette transpiration foliaire dépend essentiellement de l'état d'ouverture des stomates, elle-même régulée par plusieurs paramètres dont des paramètres climatiques. En effet ils auront tendance à se fermer si l'état hydrique de l'arbre se détériore, si la concentration en éléments minéraux est trop faible ou encore en cas de forte pollution atmosphérique. Nous voyons alors apparaître la conséquence directe d'une augmentation de la température associée à un déficit hydrique : les fortes chaleurs obligent l'arbre à transpirer de façon plus abondante à un moment où la réserve en eau est justement très basse. Il s'en suit un stress hydrique qui conduit à la fermeture des stomates afin de limiter les pertes. Cette fermeture peut aussi être favorisée par la pollution de l'air qui en ville va généralement de paire avec une augmentation de la température. Notre arbre se trouve donc dans une situation où l'absorption minérale est stoppée ainsi que la transpiration : plus rien n'empêche alors la température des feuilles de monter et le sujet doit alors puiser dans ses réserves en eau pour se maintenir.

Si la sécheresse s'intensifie, ce qui est fort probable d'après les projections climatiques, la différence entre absorption d'eau et transpiration s'accentue et l'air entre alors dans les éléments de xylème : c'est l'embolie. Elle peut mettre l'arbre en situation de survie en gagnant trop d'importance, et entraîner sa mort.

Enfin c'est la photosynthèse qui assure la production des sucres dont l'arbre a besoin. Pour que celle-ci ait lieu il est nécessaire non seulement d'avoir de l'eau mais également du gaz carbonique. On vient de voir les raisons qui pouvaient conduire à un stress hydrique, mais avec la fermeture des stomates c'est aussi l'apport en CO_2 qui est stoppé. Le processus de photosynthèse est alors arrêté avec la synthèse de sucres.

4.2.2. Impact sur la croissance.

En affectant la nutrition de l'arbre, un changement climatique va également perturber sa croissance. Les sucres qu'il a synthétisés lui servent à produire ses tissus et sont utilisés pour l'activité liée à son métabolisme. En puisant dans ses réserves il pourra se maintenir pendant un certain temps jusqu'à ce que la photosynthèse reprenne. Le métabolisme est alors au minimum et la croissance faible.

En revanche si l'alimentation en eau est assurée et que le sol ne présente pas de carences minérales grave, une augmentation de la concentration en CO_2 atmosphérique est un facteur qui favorisera la croissance.

4.2.3. La survie de l'arbre en question.

Malgré les mécanismes physiologiques existants pour faire face aux situations de sécheresse (le principal risque du changement climatique), l'embolie peut atteindre une importance telle que l'arbre ne peut tout simplement plus survivre. Suivant son essence, un arbre sera capable de mieux supporter la sécheresse qu'un autre. Il semblerait que ceci soit en partie lié à sa capacité de résistance à l'embolie.

Sa survie est également compromise s'il n'a pas pu stocker suffisamment de réserves pour pouvoir passer l'hiver. L'hiver est en effet une période de risque, et d'autant plus risquée avec un changement climatique. Les prévisions nous indiquent que les précipitations seront plus importantes qu'actuellement, de l'ordre de 20 %. L'hiver n'étant pas une période où l'arbre a besoin de beaucoup d'eau, le sol risque de se trouver rapidement engorgé et d'asphyxier le système racinaire. De plus les températures hivernales étant plus douces la levée de la dormance pourrait devenir problématique pour certaines essences.

D'une façon générale, le changement climatique va avoir tendance à aggraver les risques existants : risques d'échaudure et risque de rupture estivales par exemple.

Partie 3 - PRÉCONISATIONS.

1. Rappel de la gestion.

La gestion arboricole consiste en un ensemble d'actions qui permettent de maintenir le patrimoine en place tout en l'accompagnant dans son développement. Tout ceci en fonction d'objectifs fixés et en tenant compte d'un certains nombre de contraintes, propres à chaque contexte.

Si l'on prend l'exemple de Lyon, on peut mettre en évidence plusieurs aspects sur lesquels repose la gestion de l'arbre urbain. En premier lieu l'arbre présente un risque pour la population : risque de chute en cas de tempête, risque sanitaire en cas de ravageurs par exemple. C'est ce qui a conduit à la création de la cellule arbre de la ville. Celle-ci se compose d'une unité de veille chargée de surveiller le patrimoine et d'une unité d'intervention (cf. p. 17). Elles ont respectivement pour rôle de connaître et diagnostiquer le patrimoine existant, et intervenir en cas de problème. La communication auprès de la population n'est pas oubliée, par exemple en disposant des affiches explicatives lorsqu'un arbre est abattu.

Il manque toutefois une étape pour parler réellement de gestion : celle de la conduite des arbres en place. Il manque en effet au sein de la cellule arbre un service dont le rôle serait d'accompagner les jeunes arbres dans l'étape intermédiaire située entre la plantation et les tailles d'élagage. Les tailles de formation ont toute leur importance en ville puisqu'elles conditionnent l'architecture finale des arbres. Elles permettent souvent d'éviter des tailles drastiques très dommageables pour l'arbre qui remettent généralement en question sa stabilité mécanique et son état sanitaire dans les années qui suivent.

2. Propositions.

Dans cette partie nous nous proposons de présenter la façon dont les différentes études vont pouvoir être mises en place, et surtout les résultats qu'elles vont pouvoir apporter afin d'en tirer des modes de gestion plus adaptés. Elles peuvent de répartir sur trois échelles : celles qui ont une portée très générale, celles qui peuvent être réalisées à l'échelle de la ville, et celles qui peuvent être mise en application sur un site pilote.

2.1. Des études de portée générale.

Cette série d'études a pour but de travailler à une échelle globale qui n'est pas directement liée au travail de terrain. Il s'agit presque essentiellement de travaux de recherche de bibliographie et de retours d'expérience. En revanche les résultats que l'on en attend sont voués à être applicables sur le terrain dans la gestion courante.

2.1.1. Recherche en autécologie et écotypes les plus fréquents.

Le manque d'information sur l'écophysiologie des essences est un thème qui a souvent été abordé au cours de mes entretiens. Or, pour pouvoir choisir les essences qui peuvent se maintenir dans les conditions climatiques à venir, il est essentiel de pouvoir disposer d'une base de données rassemblant, pour chaque essence, les conditions de vie optimales. Toute la difficulté du travail dans les prochaines années pour adapter le patrimoine va consister à planter des arbres dont les conditions climatiques optimales ne sont pas tout à fait atteintes actuellement, mais qui risquent de le devenir progressivement. Pour réaliser ceci on a donc besoin de connaître ces conditions optimales, et ce n'est pas encore tout à fait le cas aujourd'hui.

Il est intéressant de pouvoir disposer d'un catalogue des essences rappelant leurs conditions de vie optimales, mais il faut savoir également que, pour beaucoup d'essences, il existe de très nombreux écotypes dont les caractéristiques sont parfois très différentes. C'est pourquoi nous devons réaliser, pour un groupe d'essences restreint à déterminer, le même travail que celui de la recherche autoécologique ; toujours dans un souci de réussite des plantations à long terme.

Les données, quand elles existent, sont très dispersées. Le plus dur sera de réussir à les retrouver et à les rassembler. Cela nécessite une importante recherche de contacts. Une seconde étape sera de pouvoir faire le tri entre les différents écotypes, vérifier la correspondance des noms et trier les données contradictoires. Cette étude est essentiellement bibliographique, l'objectif final étant la réalisation d'une base de données exploitable. Ceci est d'autant plus difficile que les données sur les essences horticoles sont bien plus lacunaires que celles des essences forestières. En revanche cette étude ne nécessite aucune étude préalable ni mise en œuvre particulière.

Une fois les provenances et les écotypes identifiés il sera plus facile de prévoir si telle ou telle essence est capable de se maintenir.

À titre indicatif les principaux critères à relever sont :

- La température optimale ;
- Les besoins en eau ;
- L'acidité du sol ;
- La sensibilité à l'engorgement ;
- La sensibilité à la sécheresse ;
- La sensibilité au gel.

En ce qui concerne les écotypes, il faut déterminer un groupe d'essences sur lequel travailler, en fonction du patrimoine existant et éventuellement le patrimoine futur, avant de recenser tous les écotypes correspondants en rassemblant le maximum de données sur le milieu de vie optimal : nature du sol, pH du sol, besoin en eau, besoin en lumière, résistance au gel, à la sécheresse, à l'engorgement, … Il sera utile de se baser sur l'étude de la recherche en autécologie qui pourrait faire gagner du temps.

Le but de cette recherche est d'améliorer les connaissances pour les essences utilisées en ville. Les critères à déterminer doivent être très généraux et relèvent :

Du climat :
- La température optimale ;
- Les besoins en eau ;
- La lumière.

Du sol :
- L'acidité ;
- Le type de sol.

Des caractéristiques propres à la plante :
- La sensibilité à l'engorgement ;
- La sensibilité à la sécheresse ;
- La sensibilité au gel.

Le résultat final attendu est la constitution d'une base de données qui rassemblera pour chaque essences ces caractéristiques. Les essences décrites seront celles utilisées actuellement ainsi que celles utilisées dans d'autres collectivités de la zone méditerranéenne. Il s'agira ensuite de réaliser le même travail sur les écotypes des essences les plus utilisées actuellement.

2.1.2. Filière de production.

Un thème souvent évoqué lors de mes rencontres est celui du manque de lisibilité des fournisseurs de plants, en particulier pour ce qui concerne leur provenance. En effet à l'heure actuelle celle-ci n'est pas toujours clairement identifiée ce qui pose tout de même un problème pour le choix des

plants à acheter. Même pour le milieu urbain qui est complètement artificialisé par rapport à un milieu naturel, cette provenance reste importante et c'est même l'un des critères de choix les plus importants, puisque la zone d'origine de ce plant doit pouvoir correspondre à celle dans laquelle il sera amené à se développer. Comment pouvoir assurer un taux de reprise si on ne peut pas être sûr que ces deux régions correspondent climatiquement ?

La plus grande difficulté est de pouvoir réussir à réunir le plus d'organismes possibles afin de leur faire prendre conscience du manque de lisibilité de la filière et de l'importance que ces informations peuvent avoir pour la bonne reprise des plants dans le contexte actuel du changement climatique.

L'idéal serait que les fournisseurs soient capables d'améliorer cette lisibilité en réussissant à indiquer l'origine de leurs produits. Malheureusement il ne nous est pas possible d'agir à leur place et c'est la raison pour laquelle il faut commencer par :

- Recenser les organismes fournisseurs de plants ;
- Recenser les personnes contact ;
- Recenser les partenaires.

Être capable de savoir de quelle essence on a besoin et connaître l'écotype le plus adapté est inutile si les pépinières ne peuvent pas fournir le plant. C'est dans cette perspective que se place l'amélioration de la lisibilité de la filière de production. Après avoir réalisé le listing, et suivant les réactions observées au cours des différentes rencontres il faudra réunir le maximum de personnes intéressées et capables de s'investir dans ce projet pour réfléchir à la lisibilité de la filière de production et donc des provenances. Le mieux serait sans doute ensuite de réaliser des actions de communication et de multiplier les rencontres de sensibilisation auprès des fournisseurs pour leur exprimer clairement le besoin d'une telle information.

On s'attend donc à obtenir :

- Une clarification de la filière grâce au listing des organismes fournisseurs et de leurs caractéristiques ;
- Une actualisation régulière des données et un moyen de faire passer nos besoins et attentes au travers des personnes contact que l'on aura identifiées ;
- La possibilité de partenariats pour être associé aux décisions prises.

2.1.3. Attente et besoins du public.

Face à l'urgence de la situation dans le contexte du changement climatique, la priorité est bien entendu de développer les moyens nécessaires pour s'y préparer. Cela ne doit pas nous empêcher parallèlement d'interroger la population pour définir ou redéfinir les attentes de ceux pour qui la ville travaille. Il serait en effet regrettable de ne pas concilier la gestion du patrimoine vis-à-vis du changement climatique avec les souhaits de la population chaque fois que cela peut être possible. Pour cela reste à connaître les besoins en question et c'est le résultat attendu de la recherche bibliographique qui devra être menée et des rencontres avec les divers organismes moteurs en la matière tels que l'Ademe.

Dans un premier temps, il ne devrait pas y avoir de difficulté particulière pour la collecte des informations et les rencontres avec les contacts. Suivant les conclusions il faudra réfléchir à l'opportunité ou non d'organiser une collecte d'informations via un sondage ou mettre en place une enquête. Dans ce cas il sera nécessaire de mettre en place un protocole et une méthodologie.

2.2. Des études à mener à l'échelle de la ville.

Viennent ensuite les études dont l'action est à conduire sur la ville dans son ensemble et dont les données obtenues seront plutôt du type résultat de terrain : moins générales que celles issues des études précédentes elles permettront de donner un cadre à la gestion menée.

2.2.1. Typologie des espaces verts.

Cette étude prend toute sa valeur dans le contexte actuel où la réflexion est engagée par la ville de Lyon autour de la mise en place de plans de gestion de ses espaces verts puisqu'elle fournira des informations fiables qui seront nécessaires dans tous les cas à la réalisation de ces plans. C'est en connaissant de façon précise le patrimoine que celui-ci pourra être géré et adapté de façon convenable et réfléchie. Le service Éco-Développement de Lyon l'a parfaitement compris.

Il s'agit de l'une des premières étapes à mettre en place puisqu'il est nécessaire avant toute chose de connaître exactement la diversité des espaces verts pour pouvoir réfléchir ensuite à la façon de les gérer et les adapter au changement climatique. Une typologie fournira un excellent outil de travail pour aller dans cette voie, en plus d'apporter une description plus fine des espaces gérés par la ville.

Cette étude est une base sur laquelle d'autres sont amenées à venir s'appuyer. Elle présente l'avantage de ne pas avoir besoin d'études préalables pour pouvoir être mise en place. Elle permettra notamment de bâtir des plans de gestion adaptés à chaque espace ou de pouvoir facilement repérer des espaces avec des caractéristiques précises. Ceci sera très utile lors d'une étude sur l'influence de l'arbre sur son environnement par exemple. De plus elle peut être réalisée entièrement en interne, la seule difficulté étant une longue phase de terrain.

Pour que cette étude ait un intérêt il faut pouvoir être sûr que les données récoltées seront effectivement utilisées, notamment lors du suivi de ces espaces.

La réalisation de cette typologie se déroulera en plusieurs phases :

- Répertorier l'intégralité des espaces verts.
  - Utiliser les ressources des espaces verts pour rassembler les premières informations : localisation, surface, infrastructures en place, particularités,…;
  - Croiser ces informations avec les visites de terrains.

Une phase en deux étapes dont la première est relativement rapide puisqu'elle consistera à utiliser l'inventaire des espaces verts de la ville pour collecter les informations générales. La seconde en revanche reposera sur des visites sur le terrain en vue de rassembler et synthétiser la diversité des espaces existants.

- Mettre en place une méthodologie avec, entre autre, un choix de critères simples pour caractériser ces espaces ;
  - Types d'espace : parcs, jardins, écoles, installations sportives, cimetières, …
  - Spécificités de l'espace : essences, âge, …

L'idée n'est pas du tout d'arriver à la précision d'un catalogue de stations forestières mais d'être un outil de travail simple, capable de donner les caractéristiques essentielles du site. C'est pourquoi on essaiera de n'utiliser que des critères généraux.

- Créer une clé de détermination et une base de données ;
- Établir le suivi et la mise à jour.

Le résultat attendu est principalement la clé de détermination ainsi que la constitution de la base de données et cela dans le but de pouvoir ensuite mettre en place une gestion spécifique à chaque type d'espaces, et pouvoir élaborer des plans de gestion. Il s'agit d'un outil de travail très efficace utilisable directement sur le terrain par les agents, et qui permettrait de faire gagner du temps.

2.2.2. Stations météorologiques.

Dans la même optique, il faudrait pouvoir connaître le climat à l'échelle des espaces verts, surtout lorsque l'on sait qu'en ville celui-ci est sujet à de très grandes variations. La ville de Lyon possède des données climatiques mais malheureusement trop peu pour pouvoir permettre de couvrir la diversité des espaces. Or l'absence de données météorologiques est l'une des limites de l'adaptation au changement climatique. Sans ces données il est difficile de réussir à prévoir l'impact de celui-ci. C'est pourquoi la mise en place de stations météorologiques permettrait de suivre de façon générale l'évolution du climat sur des espaces caractéristiques, puisqu'il est utopique de vouloir relever des données dans chaque espace.

Une fois les stations en place il faudra des relevés pendant une durée de l'ordre de 20 à 30 ans pour avoir des résultats qui commenceront à être significatifs vis-à-vis du changement climatique. Pour cette raison il faudrait installer ces stations le plus rapidement possible pour garder un temps d'avance. Avec une échelle de temps aussi longue, le projet peut donc être assez difficile à mettre en place. Il faut bien se rendre compte que si l'objectif principal est le changement climatique, cette étude fournira également des informations précises sur l'influence de l'arbre, et du végétal en général, sur le microclimat local ; des informations, elles, utilisables tout de suite. Ces données peuvent être fortement valorisées par la ville et être un argument fort pour justifier la politique environnementale. Un tel réseau peut être installé dans un premier temps sur la ville, avant d'être étendu sur l'agglomération. Nous proposons pour cela de :

- Déterminer les espaces caractéristiques sur lesquels travailler ;

Pour cela il vaudrait mieux avoir réalisé au préalable la typologie des espaces verts pour pouvoir déterminer plus facilement les sites représentatifs où installer les stations. Cela conduirait sinon soit à une importante phase de terrain, soit à un choix d'espaces plus ou moins arbitraire et qui ne reposerait pas vraiment sur des critères précis. Le risque est alors la présence d'un biais important dans les données obtenues.

- Trouver des partenaires pour la fourniture et l'installation des stations ;

Il est indispensable pour cette étude de pouvoir trouver des partenaires extérieurs qui seront en mesure d'apporter leur expérience dans ce domaine, aussi bien pour le choix des installations à mettre en place que pour l'élaboration de la méthode de suivi.

- Choisir les paramètres météorologiques à relever ;

Le coût des stations va dépendre en grande partie du nombre et du type de données recueillies, ainsi que de la fréquence à laquelle elles seront relevées.

- Mettre en place un protocole de suivi.

L'obtention de ces données ouvre dans un premier temps la possibilité de choisir plus finement les essences à implanter dans telle ou telle zone, et de faire gagner en précision les plans de gestion qui pourront être par la suite mis en place.

À long terme il est évident que cet outil sera la base pour évaluer l'ampleur du changement climatique sur l'ensemble des espaces verts de Lyon.

2.2.3. Influence de l'arbre sur son environnement.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, il n'y a pas franchement de connaissances sur l'influence de l'arbre sur son environnement direct et la façon dont il peut modifier son micro-climat. Cette étude a l'objectif fort de pouvoir justifier la présence de l'arbre en ville. Elle apportera un argument de poids en faveur de la végétalisation urbaine en mettant en évidence les preuves de son action bénéfique, surtout en ville, non seulement sur la température ou la qualité de l'air mais également sur les retombées qu'elle peut avoir sur la santé de la population. Par exemple la baisse de la mortalité en période de canicule à proximité des zones végétalisées. Elle se place dans la continuité de l'étude qui porte sur l'installation de stations météorologiques puisqu'il s'agit là de l'analyse des données obtenues. Dans le cas où cette étude n'aura pas été réalisée, il faudra songer à réaliser des relevés localement, sans doute plus basiques.

Le travail consiste à relever des données climatiques aux abords des arbres et zones plantées et à les croiser avec d'autres, issues de zones non plantées ou dans des conditions environnementales différentes. Il va donc s'agir de mettre en place un protocole et une méthodologie, de réaliser les relevés de terrain et d'interpréter les résultats obtenus.

L'étude précédente aura permis de rassembler les données climatiques, celle-ci consiste à étudier et analyser ces données brutes pour en faire sortir des résultats précis, à savoir la mesure dans laquelle le végétal intervient sur :

- La température locale ;
- L'humidité de l'air ;
- La qualité de l'air ;
- Le rayonnement lumineux,…

Quelle est l'utilité de ces données ? Mis à part le fait qu'un gestionnaire doit connaître les impacts de son action quand il décide de végétaliser ou au contraire défricher une zone plantée, ces données sont d'une part réclamées par la population soucieuse de sa qualité de vie, et d'autre part elles permettent de donner de vrais moyens d'adaptation au changement climatique. Le gestionnaire pourra par exemple être en mesure de savoir qu'en plantant une certaine surface, la température locale baissera d'un certain nombre de degré et fournira une certaine surface d'ombre, suivant le type de végétation. Il s'agit d'informations importantes pour limiter l'impact des modifications du climat.

2.2.4. Modélisation du climat.

Il n'y a à Lyon encore aucune modélisation de l'impact d'une plantation sur le climat local. En revanche ceci a déjà été ébauché par certaines collectivités telles que Rennes ou Grenoble. Le but final de cette étude est de pouvoir simuler, à partir de l'ensemble des données collectées, les conséquences de la présence de végétaux sur le milieu urbain. En étant capable de prévoir l'influence d'un couvert végétal ou d'une zone plantée sur des paramètres microclimatiques tels que la température locale, l'interception des précipitations et du rayonnement solaire, ou encore sur la qualité de l'air, la collectivité sera en mesure d'informer la population très demandeuse de ce type de résultats. De plus, en établissant une couverture thermique de la ville sur laquelle on aura appliqué l'influence des arbres il sera simple de voir les zones prioritaires à planter.

Cette étude réclame un soutien important puisqu'elle est totalement novatrice pour le service des espaces verts de Lyon. Avant de réfléchir pour savoir comment la mettre en place, la première étape est

de réussir à rassembler suffisamment de partenaires capables de supporter le projet, vraiment intéressés et qui ont une expérience en la matière. L'idéal serait d'avoir réalisé l'étude de l'influence de l'arbre sur son environnement afin d'avoir un jeu de données sur lequel la modélisation pourrait s'appuyer. C'est en effet l'aboutissement des études à réaliser à l'échelle de la ville : réussir à réaliser une couverture climatique de Lyon en lien direct avec la végétation en place.

L'intérêt pour le gestionnaire est d'être en mesure de cibler son action en étant capable de savoir distinguer les zones qui présentent en déficit en couvert végétal, ou d'associer son action avec le système de surveillance de la qualité de l'air en plantant des espaces précis en vue de faire baisser la pollution.

Vis-à-vis du changement climatique, un tel outil informatique permet de réaliser des simulations pour divers scénarios de couvert végétal, en fonction du type de végétal et de pouvoir ainsi prévoir l'action à mener.

2.2.5. Remontée des ravageurs.

Un dernier point pour les études à conduire à l'échelle de la ville : celui de la remontée des ravageurs. Suite à la hausse des températures cette remontée est déjà en cours, c'est par exemple le cas pour la chenille processionnaire, déjà présente à Lyon depuis plusieurs années.

En milieu urbain, la présence de la processionnaire du pin dans les espaces verts présente un inconvénient sanitaire important, en plus d'être inesthétique. Les poils que les chenilles portent sont en effet très urticants et peuvent entraîner des allergies plus ou moins aiguës. Les arbres attaqués ne sont en général pas menacés, mais l'affaiblissement physiologique peut se cumuler à d'autres facteurs et dans ce cas provoquer la mort.

Figure 24 : Nid de chenilles processionnaires. Source : www.lanature.fr

Malheureusement cette dernière n'est pas la seule espèce à voir son aire de répartition se modifier, c'est le cas de la plupart de ces espèces nuisibles dont la mineuse du marronnier, ***figure 25***, et le psylle de l'albizzia, ***figure 26***, qui provoquent une importante dessiccation et peuvent entraîner la mort du sujet en quelques années. Il est donc important de pouvoir être prêt à intervenir face à ceux qui seraient susceptibles de s'implanter sur la ville.

Figure 25 : larve de mineuse du marronnier. Source : http://cameraria.orleans.inra.fr

Figure 26 : Psylle de l'albizzia. Source : www.insecte.org

Il n'y a pas d'étude préalable à mettre en place pour cette analyse puisqu'il s'agit presque essentiellement d'un travail de bibliographie et de rencontre des acteurs. En revanche elle présente de nombreux liens avec d'autres études telles que les attentes et besoins du public ou la mise en place de modes de gestion plus adaptés.

De plus l'une des difficultés réside dans le fait que la plupart des ravageurs forestiers urbains ne sont pris en compte par les collectivités et les gestionnaires que lorsque ceux-ci ont un impact direct sur la sécurité ou la santé de la population. Bien entendu pour une longue échelle de temps un ravageur aura presque toujours un impact sur la population puisqu'il va entraîner un dépérissement des arbres attaqués et ainsi les rendre dangereux. Toutefois cette échelle de temps n'est pas toujours atteinte en ville.

Il s'agit, outre un important travail de bibliographie, de contacter rapidement des organismes de recherche tels que l'Inra, des associations locales et d'autres collectivités plus au sud qui possèdent déjà des informations et des observations. Un bon outil de travail serait la réalisation d'une liste de personnes et organismes ressources que l'on saurait être une référence sur tel ou tel ravageur afin d'avoir un réseau d'acteurs sur lequel s'appuyer.

L'utilité de ces informations est tout naturellement de se préparer à l'arrivée de ces ravageurs en élaborant d'ores et déjà des plans de lutte avant d'être confronté à une situation d'urgence. De plus en connaissant les potentialités d'invasions par certains organismes, il est possible de réfléchir à la gestion pour limiter leur impact.

2.3. Des études à lancer en site pilote.

La dernière série d'étude peut être mise en place dans le cadre d'un site pilote. Il s'agit des études sur le fonctionnement de l'arbre urbain, ainsi que la réalisation de plantations test. Il serait judicieux dans ce cadre d'installer aussi un site témoin pour suivre l'adaptation de la végétation.

2.3.1. Fonctionnement de l'arbre urbain.

La ville ne possède aujourd'hui que des informations très limitées qui proviennent essentiellement de l'installation de tensiomètres sur quelques arbres. Si les données qui en sont tirées permettent de mieux gérer l'arrosage, en revanche elles ne donnent pas d'indices sur l'évolution du changement climatique car elles ne sont mises en place que pour les quelques années qui suivent la plantation ; soit une durée insuffisante pour juger d'une modification significative des apports en eau.

Il s'agit de réaliser une étude plus scientifique qu'il conviendrait d'élaborer dans le cadre d'un partenariat et dont le principe est de mettre en place un protocole et une méthodologie par lesquels on mesurerait plusieurs paramètres physiologiques sur un petit échantillon d'arbres, le but étant de dégager les paramètres climatiques qui agissent le plus sur ceux-ci.

Les paramètres issus du sol étant d'une part difficiles d'accès en milieu urbain, et d'autre part présentant un faible intérêt vu leur homogénéité sur la ville, on focalisera toute l'attention sur la partie aérienne avec par exemple des mesures portant sur divers paramètres physiologiques tels que :

- le potentiel hydrique et la résistance stomatique traduisant l'état de stress hydrique de la plante ;
- l'activité photosynthétique et l'accroissement des tiges, des indicateurs de reprise et de bon fonctionnement de l'arbre ;
- Les dates de débourrement et de perte des feuilles.

Dans un premier temps il est urgent de trouver des partenaires pour rédiger un protocole d'échantillonnage et une méthodologie en prenant en compte :

- les paramètres physiologiques à relever ;
- les paramètres climatiques à relever ;
- la façon et le rythme auquel ces relevés seront soumis ;
- la durée de l'étude.

Il faudra aussi prévoir la poursuite de l'étude et du suivi car celle-ci, s'inscrivant sur plusieurs années, ne pourra vraisemblablement pas être menée par la même personne.

Hormis l'installation de sondes tensiométriques pour suivre les besoins en eau des jeunes arbres, il existe un prototype de mesure de l'accroissement journalier du diamètre d'une branche ou d'un tronc qui pourrait être utilisé : le PépiPIAF.

2.3.1.1. Un prototype développé par l'Inra.

Nous avons été amenés à nous rendre à l'Inra de Clermont-Ferrand où un prototype permettant de mesurer le diamètre d'un tronc ou d'une branche est actuellement développé par l'unité mixte de recherche du P.I.A.F. (physiologie intégrative de l'arbre fruitier et forestier).

Il s'agit d'un petit boîtier relié à un système de mesure que l'on fixe à l'arbre, comme illustré dans la ***figure 27***.

Le dispositif peut être fixé sur le tronc ou sur une branche. Dans ce dernier cas il est envisageable de dissocier le système de mesure du boîtier électronique.

Figure 27 : Le PépiPIAF. Source : T. Améglio, Inra UMR « PIAF » Clermont-Ferrand

Ce prototype est actuellement en cours de développement et est utilisé sur des plantations d'hévéas pour la production de caoutchouc. Toutefois il demande encore à être amélioré avant d'être diffusé à plus large échelle et c'est pourquoi son implantation en ville serait utile, non seulement pour l'Inra qui pourrait ainsi l'améliorer et disposer de données de référence, mais également pour la ville, qui en obtiendrait de ce fait les résultats.

2.3.1.2. Des résultats applicables aux essences urbaines.

Le PépiPIAF est capable de mesurer le diamètre de l'arbre avec une sensibilité de l'ordre du micron. Cette mesure se fait en continu avec une prise de mesure dont le rythme est réglable. L'autonomie dépend ensuite de la fréquence de ces mesures. À titre indicatif, l'autonomie est d'environ un mois avec une mesure toutes les 10 min ; elle passe à 2 ou 3 mois pour une mesure toutes les 30 min, ce qui reste très suffisant. Il est capable de relever la température, une donnée très utile qui peut être ainsi directement mise en relation avec le diamètre mesuré.

Au niveau de l'utilisation, le dispositif fonctionne à l'aide de 6 piles. Toutes les minutes il s'active et cherche si un récepteur est présent dans les 100 m auquel il peut envoyer ses données. Dans le cas contraire il se remet en veille pour optimiser son autonomie.

Le résultat obtenu est une courbe de mesure qui représente l'accroissement journalier du diamètre mesuré. On observe que celui-ci varie considérablement au cours d'une journée et qu'il connaît notamment une phase de rétraction avant de se dilater en fin de journée. Cette succession de phases de rétraction et dilatation s'explique en partie par le bilan entre absorption d'eau et évapotranspiration ainsi, en période de croissance, l'épisode de dilatation dépasse-t-il celui de rétraction, d'où un bilan positif.

L'intérêt de ces mesures est qu'elles sont capables de montrer des événements physiologiques tels que la chute des feuilles ou encore le débourrement. En comparant chaque année de mesures il est donc possible de voir si ces dates de débourrement et chute de feuilles peuvent être mises en rapport

avec le changement climatique, tout en assurant un suivi des arbres installés. Ce dispositif peut également être un indicateur de reprise des plants.

2.3.2. Réalisation de plantation test.

Il s'agirait ici de réaliser des plantations d'essences en situation limite de leur aire de répartition actuelle pour voir la façon dont elles se comportent avec le changement progressif des conditions climatiques. C'est l'occasion de tester un certain nombre d'essences nouvelles.

La ville ne possède pas de sites d'expérimentation où elle pourrait réaliser ce type de plantation. Il faut saisir l'opportunité de nouveaux aménagements pour proposer d'installer ce type d'essences en situation limite. Le suivi de ces arbres pourra ainsi se faire sans coût supplémentaire puisqu'il entrera dans les coûts habituels de la gestion en cours.

Ces dispositifs de sondes tensiométriques et de mesures de l'accroissement journalier gagneront en intérêt s'ils sont utilisés sur plusieurs essences, et si possible dans des conditions différentes. Les premiers résultats seront immédiats et utilisables comme indicateurs de la remise et du bon fonctionnement des arbres plantés : la croissance racinaire est suivie par les sondes, la croissance en diamètre par le PépiPIAF. Les arbres en difficulté sont repérables facilement. À court terme cela permettra aux services de la ville de comprendre pourquoi tel ou tel plant a des difficultés de reprise, si ce plant a été suivi dans la zone pilote, et de justifier du projet auprès des élus. Ce n'est qu'à plus long terme que l'on commencera à déceler des effets du changement climatique, par exemple en voyant réussir des plantations d'essences plus méditerranéennes qui ne tenaient pas jusqu'alors. Il est donc opportun de choisir dès à présent des zones dans lesquelles de telles plantations pourront être conduites.

2.3.3. Bilan sur le type de résultats attendus.

- De meilleures connaissances sur la physiologie de l'arbre au travers du développement du système racinaire suivi par les sondes tensiométriques, et de l'accroissement en diamètre du tronc suivi par le PépiPIAF ;
- L'obtention d'indicateurs fiables pour justifier du taux de reprise d'une plantation ;
- Des données recueillies sur plusieurs essences pour mieux juger de l'adaptabilité de chacune ;
- La collecte de données physiologiques précises comme des dates de débourrement et des chutes des feuilles qui, à long terme, permettront de juger de l'intensité du changement climatique.

Le schéma suivant synthétise les liens de l'ensemble de ces études.

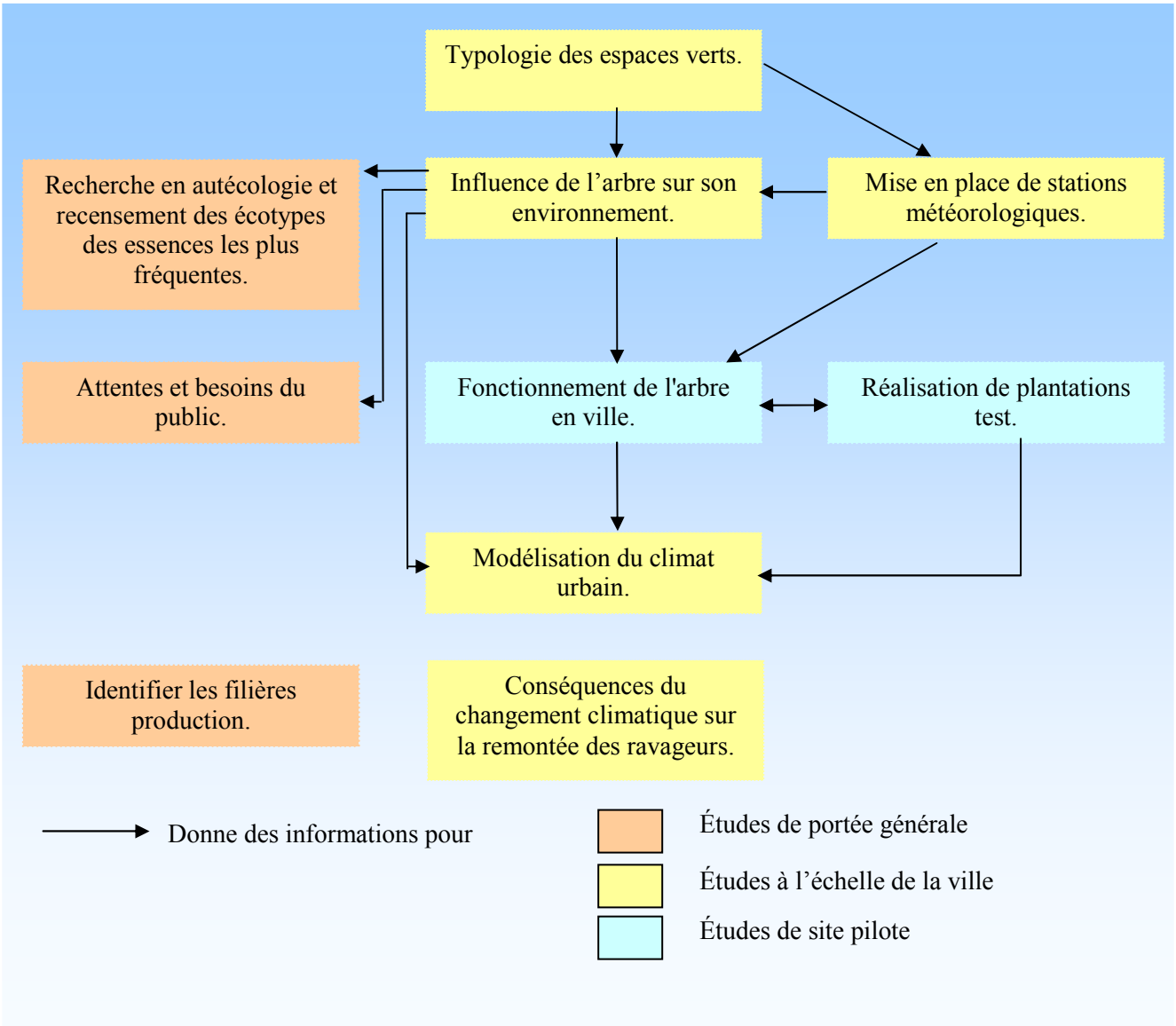


Figure 28 : Interrelations des études proposées.

2.4. Quels résultats pour quelle gestion ?

Reste maintenant à voir de façon plus concrète comment les résultats qui seront fournis par les études que l'on vient de proposer pourront être utilisés au travers des différentes étapes qui ont trait à la gestion menée.

2.4.1. La plantation.

La plantation marque la première étape de la vie de l'arbre. Celle-ci doit être réfléchie puisqu'elle aura des conséquences sur toute la période où celui-ci sera en place.

2.4.1.1. Quelle essence choisir ?

Tout d'abord c'est sur l'essence à mettre en place que le gestionnaire va se questionner. Ce choix ne repose pas seulement sur les données climatiques et stationnelles, mais aussi sur le contexte dans lequel l'arbre est amené à grandir, avant d'entrer dans des considérations paysagères et esthétiques.

Il se trouve que le changement climatique peut avoir des conséquences sur presque tous ces critères. En premier lieu sur le climat : en modifiant la température, les précipitations, le vent et le micro-climat en général, c'est la palette végétale qui est remise en question. Les solutions possibles sont la prévision de ces changements avec un suivi météorologique et une modélisation du climat, ainsi qu'une diversification de la palette végétale disponible, qui passe par la recherche en autécologie et l'identification des écotypes. Au niveau du sol les perturbations sont moindres compte tenu de leur artificialité en ville. Le changement climatique n'aura guère qu'un impact sur l'alimentation en eau. S'il n'a pas non plus d'impacts sur le volume de croissance dont va disposer l'arbre au cours de sa vie, puisque celle-ci sera toujours déterminée par les infrastructures existantes, il influera en revanche sur le contexte au travers des contraintes du milieu. On peut alors penser aux attentes de la société qui peut réclamer davantage d'ombre en été si les températures augmentent, à l'élargissement des périodes de risque d'allergies, ou encore à la résistance à une pollution croissante. D'où la nécessité de développer des connaissances sur la physiologie de l'arbre et sur l'autécologie des essences, ainsi que celle de connaître, avant l'implantation, les attentes des usagers.

Rappelons que le choix de l'essence est primordial compte tenu de la durée pendant laquelle le végétal sera en place, et du coût de la gestion supplémentaire lors de la mise en place d'essences non adaptées.

2.4.1.2. Quel type de plant acheter ?

Une fois l'essence choisie il faut déterminer le type de plant à mettre en place, en particulier sa catégorie : jeune plant, arbre-tige ou gros sujet, sa taille, et éventuellement son conditionnement. On rappellera également l'importance de la provenance du plant qui devrait pouvoir être déterminée pour les arbres d'ornement.

Dans la perspective du changement climatique où les jeunes plantations pourront rencontrer plus de difficultés à reprendre et où les arbres seront soumis à des épisodes de sécheresse plus intense il serait bon de favoriser au maximum le développement du système racinaire. La surface de prospection se verrait augmentée et favoriserait la nutrition et l'absorption d'eau, et la stabilité n'en serait que renforcée. Un atout non négligeable si les aléas climatiques extrêmes viennent à se répéter. La meilleure solution pour cela reste le choix d'un jeune plant : les taux de reprise sont meilleurs, leur coût est plus faible et leur croissance rapide. Leur système racinaire sera rapidement plus performant qu'un arbre de même âge en pépinière et il sera en mesure de mieux résister aux contraintes climatiques. Il convient autant que possible d'éviter de planter des sujets de grande taille et déjà transplantés plusieurs fois quand cela n'est pas nécessaire. En cas de sécheresse leur système racinaire ne sera pas suffisamment développé pour assurer les besoins en eau : un arrosage sera donc nécessaire, engendrant ainsi un coût supplémentaire. De plus il leur faudra plusieurs années pour être véritablement en place.

Les jeunes arbres ont cependant l'inconvénient de ne pas marquer le paysage directement à la fin de l'aménagement, ce qui peut engendrer un sentiment de déception de la part des élus et de la population. À cela il faut mettre en lumière le fait qu'un arbre prend rapidement la place qui lui est proposée et que sa petite taille est une garantie du taux de reprise, en plus de présenter une économie. Autre inconvénient des jeunes plants : ils sont facilement vandalisables.

Ainsi il apparaît clairement que le choix d'un jeune plant est l'une des façons de mettre toutes les chances du côté de l'arbre pour faire face au changement climatique, et le seul obstacle pour arriver à cela est les attentes et comportements de la population. Population qui demande un effet paysage dès la plantation, avec de gros sujets qui auront des difficultés à se maintenir et qui ne le feront que grâce à une gestion intensive et coûteuse ; et population qui dégradera les jeunes plantations, potentiellement plus adaptées. C'est une véritable campagne de sensibilisation et d'information qu'il conviendra alors de mettre en place auprès des citoyens, des élus, voire des gestionnaires.

2.4.1.3. Comment préparer le sol ?

Le sol dans lequel l'arbre va être amené à se développer doit aussi être réfléchi. Suivant sa qualité chimique et granulométrique il peut être soumis à un amendement ou bien directement remplacé s'il est vraiment trop mauvais. Avec des épisodes de sécheresse plus intenses il sera important de bien respecter la taille minimale des fosses de plantations, supérieure à 12 m^3/arbre pour les arbres à grand développement. Le système racinaire doit pouvoir avoir la plus grande surface de prospection possible. Pour cette raison il faudra aussi faire en sorte, dans la mesure du possible, de laisser la possibilité aux racines de se développer au-delà de la fosse en décompactant les parois. Pour les alignements, l'idéal est de pouvoir mettre en relation les fosses, voire de n'en ouvrir qu'une seule linéaire.

Autre contrainte du changement climatique : l'engorgement hivernal. Pour éviter l'asphyxie du système racinaire pendant cette période il peut être utile et judicieux de mettre en place un système de drainage au fond des fosses.

Enfin pour finaliser la plantation, il est conseillé de pailler le pied de l'arbre installé. Le paillage apporte en effet une action bénéfique pour la reprise du plant tout en étant de surcroît un moyen de lutte contre la sécheresse. Il a en effet pour action de limiter les pertes en eau du sol et de jouer le rôle d'isolant thermique ; deux actions permettant de lutter contre le stress hydrique. S'il est biodégradable il pourra fournir un apport minéral lors de sa dégradation et favoriser l'activité biologique du sol (mycorhizes, lombrics et micro-organismes) agissant ainsi sur la nutrition de l'arbre.

2.4.2. L'entretien.

2.4.2.1. Pratiquer la taille de formation.

La taille de formation est un processus indispensable pour conduire l'architecture du jeune arbre à celle attendue dans l'aménagement. Réalisée à temps elle permet d'éviter des tailles plus importantes dont l'arbre pourrait avoir des difficultés à se remettre, en particulier si le contexte climatique le met déjà en situation de faiblesse.

D'où la nécessité de mettre l'accent sur cet aspect et de former des agents à ce type de taille. L'état sanitaire des arbres ainsi que leur résistance face aux perturbations du climat ne peut en être qu'amélioré.

2.4.2.2. Adapter le désherbage.

Pendant les premières années qui suivent la plantation, la strate herbacée qui se développe au pied du plant peut lui faire concurrence en prélevant l'eau qui lui est nécessaire. Dans cette situation délicate il convient d'éliminer cette strate soit par désherbage, soit par paillage.

En revanche, une fois l'arbre installé cette strate spontanée peut parfaitement être conservée puisqu'elle va jouer le même rôle que le « mulching » : baisse de la température du sol, développement de la biodiversité ; et ne sera plus une menace pour l'alimentation en eau puisque l'arbre

s'approvisionnera alors dans les couches plus profondes du sol. Laisser ces herbacées sera donc bénéfique.

2.4.2.3. Raisonner l'arrosage.

La gestion de l'eau en ville est un vaste sujet qui demanderait à être traité en lui-même. Il nous concerne ici au travers des apports à fournir aux jeunes plantations. Il est probable que dans les années à venir les restrictions d'eau soient de plus en plus fréquentes et c'est la raison pour laquelle l'arrosage doit être raisonné. La méthode tensiométrique est bonne en cela car elle permet d'adapter les apports aux besoins de la plante et de limiter le gaspillage. Il faudra l'étudier dans le cadre du plan d'action et la développer.

Pour favoriser l'architecture du système racinaire, mieux vaut privilégier des arrosages en bonne quantité suffisamment espacés. L'eau pénètrera dans tout le volume de la fosse et la croissance racinaire ne sera pas perturbée. En revanche si les apports sont trop faibles, les racines vont être amenées à ne se développer qu'en surface : en cas de sécheresse l'arbre n'aura plus la capacité d'atteindre l'eau située en profondeur.

2.4.3. La taille.

La taille des arbres en ville est quelque chose de nécessaire pour adapter le végétal aux contraintes du milieu urbain. Il faut que celui-ci se maintienne dans le volume qui lui est imparti et qu'il ne présente pas de risque pour la sécurité de la population, ce qui consiste par exemple à retirer les branches mortes qui risquent de tomber.

Dans ce cadre il faut souligner le fait que les modes de taille radicale, quels qu'ils soient, sont extrêmement pénalisants pour l'arbre, et d'autant plus pénalisants dans la perspective du changement climatique. Premier aspect : les plaies. Elles doivent être les plus petites possibles pour favoriser leur cicatrisation. Une plaie non cicatrisée est la porte ouverte aux ravageurs, et cela d'autant plus si l'arbre est déjà en situation de faiblesse. Second point, la taille prive l'arbre d'une partie de ses réserves et de ses capacités de photosynthèse. S'il se trouve déjà en situation de survie avec un équilibre précaire entre synthèse et consommation de sucres cela le conduira à la mort. Enfin toute modification de la partie aérienne a des conséquences sur la partie souterraine. Une taille trop forte entraîne la disparition d'une partie du système racinaire, avec ses conséquences. Ces tailles, en plus d'être très discutables sur le plan de l'esthétique, sont donc à la fois dangereuses pour la santé de l'arbre, pour la sécurité des usagers, et finissent toujours par engendrer des coûts supplémentaires.

Pour conclure ce paragraphe sur la taille, une étude est en ce moment en cours à l'Inra de Clermont-Ferrand par l'UMR – PIAF sur la façon dont la taille d'un arbre peut favoriser ou non la dispersion et la propagation de certains ravageurs.

2.4.4. La communication.

La collectivité doit être à l'écoute de ses habitants et c'est la raison pour laquelle leurs besoins et attentes doivent être connus. Le changement climatique va entraîner des modifications dans la façon de gérer les espaces verts et il va donc falloir expliquer et sensibiliser la population à ces modifications pour éviter toute situation de rejet.

Il ne faut pas oublier non plus que cette communication doit être réalisée en interne. L'évolution des modes de gestion va se répercuter sur l'ensemble de l'activité des intervenants : la maintenance, le terrassement, les arbres, sans oublier les entreprises à qui le service fera appel via le cahier des clauses et techniques particulières (C.C.T.P.).

Partie 4 - DISCUSSION ET CRITIQUES.

1. Discussion des résultats obtenus.

1.1. Des incertitudes fortes sur les données climatiques.

Le premier point de discussion porte sur la nature et le type de données recueillies dans la première partie. Le but n'est pas de vouloir faire perdre de leur valeur à ces données et modèles climatiques ou de les remettre en cause mais bien de mettre en lumière ce sur quoi ils portent, ainsi que leurs limites.

Toutes les études sur lesquelles nous nous sommes basés ici reposent sur les scénarii d'émissions établis par le GIEC. Or celui-ci souligne bien dans son rapport que ces scénarii ne présentent qu'une probabilité de réalisation et ne sont absolument pas une image du futur. Ils sont en effet sujets à un grand nombre d'incertitudes dont notamment les approximations utilisées par les modèles climatiques. De plus l'incertitude plane encore à l'heure actuelle sur l'évolution de nos modes de vie : une grande prudence est donc de rigueur lorsque l'on commence à donner des prédictions de température. Les modèles ne sont là que pour donner des tendances générales et c'est ce pour quoi ils ont été réalisés.

De plus, sur l'ensemble de ces scénarios, on a sélectionné le modèle A2 pour établir la plupart des pronostics. Compte tenu du fait que chaque scénario peut potentiellement se réaliser, cela rajoute une incertitude supplémentaire. On peut en effet se demander ce que donneraient les simulations climatiques sur la région lyonnaise si elles s'étaient basées sur d'autres scénarios. Y aurait-il eu un changement significatif ? De quelle ampleur ? Toutefois ce choix de se baser sur le modèle A2 se justifie par le fait que celui-ci semble se rapprocher de plus en plus de la situation mondiale. Dans ce cas l'interrogation se reporte sur l'établissement des cartes des aires de répartition des zones climatiques réalisées lors du projet Carbofor : le scénario utilisé est le scénario B2, que l'on décrit comme plutôt favorable. Faut-il alors s'attendre à une évolution plus importante de ces aires de répartition ?

Concernant le climat urbain il est clairement apparu dans ce rapport que l'on maîtrise encore assez peu le sujet, la seule certitude étant qu'il est sujet à une grande variabilité. Quant à prédire la façon dont il va pouvoir évoluer avec l'îlot de chaleur urbain, c'est encore un sujet d'étude.

C'est ce manque de certitudes, combiné au fait que les mesures de lutte et d'adaptation prises actuellement n'auront d'effet qu'à long terme, qui entraîne généralement une absence de prise de décision.

1.2. La complexité du projet et la diversité des acteurs.

1.2.1. L'étendue du sujet.

Comme évoqué précédemment l'étendue et la complexité du changement climatique sont des enjeux difficiles à surmonter. Il est étendu parce qu'il regroupe non seulement diverses problématiques environnementales telles que celle des arbres, de l'eau, de la biodiversité ou de l'air ; mais il concerne aussi des domaines plus vastes comme la gestion des déchets, l'industrie, les transports, le bâtiment ou encore notre propre comportement. Quant à sa complexité elle repose sur les interactions qui existent entre tous ces domaines : il est difficile d'arriver à ne se focaliser que sur une problématique car toutes les autres vont avoir des liens avec elle, et c'est pourquoi l'élaboration d'un plan d'action était une solution adaptée à notre cas.

Toutefois ce rapport ne traite que des aspects qui se rapprochent de près à l'arbre, et ne peut aborder l'ensemble trop vaste des thématiques. Il serait donc intéressant de mener une réflexion encore plus générale que celle menée ici, toujours à l'échelle de la ville, en regroupant les responsables des secteurs d'activité les plus importants afin d'avoir une vision complète de la situation et des différents leviers utilisables.

1.2.2. La diversité des acteurs impliqués.

De la même façon, la complexité du sujet entraîne une diversification des acteurs aussi bien publics que privés. Encore récemment, le problème venait surtout du fait que la majorité des organismes était consciente du changement climatique et lançait des actions, mais ceci sans vraiment chercher à rassembler d'autres organismes. Ainsi les mêmes actions et études ont pu être menées par divers acteurs individuellement et personne ne réussissait réellement à faire avancer les choses. Les principaux acteurs rencontrés sont maintenant bien conscients de ce problème et les questions sur lesquelles le service Éco-Développement est amené à se pencher sont généralement réalisées de façon plus collective.

1.3. Un cas particulier : celui des ravageurs.

1.3.1. Remontée des ravageurs.

Il existe au sein des services de la ville une mission écologie urbaine chargée en partie d'accorder une attention particulière aux espèces végétales et animales nuisibles et invasives. Cependant leur point de vue est essentiellement axé sur la santé et la sécurité publiques et par conséquent les ravageurs forestiers ne sont étudiés que s'ils entrent dans l'une ou l'autre de ces catégories.

Pour ce qui est de la remontée des végétaux méditerranéens elle ne semble pas être pour le moment un sujet d'inquiétude, sur ce point précis des risques liés aux ravageurs. Il existe déjà des échanges d'informations entre les services concernés avec des villes situées plus au sud, notamment en cas de problème. Lors de ces échanges d'informations avec d'autres municipalités plus méridionales il conviendra de s'assurer que les situations sont similaires.

1.3.2. Les impacts de la remontée des ravageurs.

Si le changement climatique provoque une remontée des ravageurs il a aussi d'autres impacts dans ce domaine qu'il serait dangereux d'oublier. La première chose c'est que la ville ne peut gérer que son patrimoine et non les terrains dont elle n'est pas propriétaire. L'accès et la gestion des terrains privatifs est impossible. Ceci ne facilite pas la tâche et ne permet malheureusement pas de contrôler tous les foyers de propagation. Il y a donc encore des améliorations à apporter à ce niveau, qui passent majoritairement par des actions de sensibilisation. À noter que le problème est le même pour la gestion des plantes invasives.

Sur les espaces que le service peut gérer, la meilleure solution pour limiter les impacts sanitaire et sécuritaire de cette remontée, est pour le moment de diversifier au maximum la palette végétale en favorisant les mosaïques végétales.

Concernant les données biologiques les ravageurs ne suivent l'introduction de nouvelles essences qu'après quelques années. Cette période, plus ou moins longue suivant les cas, peut être mise à profit pour préparer une action de prévention, voire de lutte. Et si la remontée des végétaux est décalée par rapport à celle des ravageurs, il en est de même pour les prédateurs naturels. Il n'y a en effet pas de raison pour que ceux-ci ne remontent pas, si les conditions de vie sont réunies.

Un aspect bénéfique du changement climatique, si les températures continuent d'augmenter en été, serait l'instauration d'une diapause estivale. On commence déjà à observer de tels phénomènes depuis les derniers épisodes de canicule. Dans tous les cas une modification des cycles biologiques a pour conséquence une modification des modes de traitement et donc des modes de gestion. La réflexion mérite d'être poussée et l'étude plus approfondie sur les ravageurs devrait permettre d'apporter les informations manquantes et de déterminer s'il y a besoin de se préparer plus concrètement à de nouveaux ravageurs, par l'élaboration de plans de lutte.

2. Analyse des résultats attendus.

Nous avons vu la façon dont la ville de Lyon peut se préparer au changement climatique au travers d'un certain nombre d'études, et les résultats attendus par chaque étude. Il reste encore beaucoup de travail à faire avant de pouvoir collecter les premiers résultats de terrain mais nous pouvons déjà tirer quelques enseignements. Par exemple il ne faut pas croire qu'avec des périodes de canicules plus intenses il va falloir trouver des essences parfaitement adaptées à ces nouvelles conditions. Il est d'abord peu probable de trouver l'essence idéale, mais surtout il faut prendre en considération le fait que pour le gestionnaire du milieu urbain un arbre vigoureux est avant tout un arbre qui demande des moyens de gestion. Il faut le tailler régulièrement et ses besoins en eau sont importants. En revanche un arbre à la limite de ses conditions de vie va avoir une croissance réduite et des besoins limités. S'il se maintient dans cet état d'équilibre le gestionnaire est gagnant : moins de temps passé à tailler, un arbre qui reste longtemps dans le volume qui lui est voué, un arrosage limité. Il faut trouver cet équilibre : il n'est pas question de prendre le risque de voir périr les arbres qui viennent d'être plantés. La connaissance du fonctionnement de l'arbre urbain est un moyen d'y arriver.

Un point à améliorer, et ce quels que soient les résultats de diverses études, est plutôt celui qui concerne la conduite des jeunes arbres grâce notamment aux tailles de formation. Il serait bon de pouvoir former des agents pour réaliser ces tailles.

3. La poursuite de l'étude.

L'ensemble des études présentées est destiné à être appliqué au plus vite et pourra se faire dans le cadre de sujets de stages proposé par la ville.

De son côté, RhônAlpÉnergie-Environnement poursuit la réflexion après avoir publié son étude intitulée : « Changement climatique : comment s'adapter en Rhône-Alpes ? » en montant son groupe de réflexion et d'actions sur l'adaptation au changement climatique. La ville de Lyon a été associée à ce groupe ainsi que l'ensemble des membres du comité de pilotage. Bien plus qu'un échange entre les différents participants sur les mesures de lutte et d'adaptation qu'ils ont mis en place dans leur organisme, il s'agit de réfléchir aux moyens de mettre en œuvre les actions qui vont permettre de nous adapter au changement climatique.

Conclusion

L'adaptation des modes de gestion du patrimoine arboré de la ville de Lyon est une nécessité pour pouvoir faire face au changement climatique. Cette gestion repose sur les prédictions de l'évolution du climat, ainsi que sur le fonctionnement particulier de l'arbre en ville.

Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, des données sur le changement climatique existent à l'échelle de la région lyonnaise et ont été extrapolées pour la ville même. Ceci est la traduction d'une vraie prise de conscience et d'un intérêt pour cette question sur le territoire lyonnais, ce qui est particulièrement motivant. Cependant la précision de ces données n'est encore pas suffisante pour pouvoir en tirer des conclusions sur l'avenir du climat et c'est pourquoi il sera opportun de pouvoir rapidement mettre en place les études préconisées dans ce mémoire.

De même, la physiologie de l'arbre urbain est un sujet relativement peu développé. Savoir comment celui-ci réagit aux contraintes de son milieu est pourtant une composante importante pour appliquer une gestion adaptée.

Ces études permettront, je l'espère, de fournir des données fiables et utilisables par le service. Certaines sont très ambitieuses compte tenu de l'échelle de temps dans laquelle elles s'inscrivent et du manque d'expérience en la matière : elle pourront être difficiles à mettre en place, il ne faut pas s'en cacher. En revanche une fois réalisées, le service des espaces verts pourra disposer d'outils de gestion particulièrement efficaces qui devraient le placer en situation favorable pour faire face au changement climatique.

Avant d'obtenir ces résultats un certain nombre de mesures de précautions doivent être prises pour faciliter la survie des arbres déjà plantés et celle de ceux qui seront plantés prochainement et qui auront aussi à se maintenir avec les modifications climatiques annoncées. Les mesures présentées ici sont générales mais elles ont l'originalité d'être directement liées aux perturbations climatiques attendues. Une façon de leur donner plus de poids, en expliquant pourquoi telle ou telle action est à réaliser alors qu'elle pouvait être négligée jusqu'alors.

Toutefois ce n'est pas parce que les résultats ne peuvent pas être connus tout de suite qu'il faut interrompre la réflexion. Je suis heureux de constater que cette réflexion, déjà amorcée avant la réalisation de mon stage, se poursuivra. Les différents acteurs sont plus que jamais concernés par l'adaptation au changement climatique, en témoigne le groupe d'action et de réflexion créé par RhônAlpÉnergie-Environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages consultés

- ACADÉMIE DES SCIENCES, ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE. — *Résumé de la séance inter académique. Connaissance de la diversité et du fonctionnement des écosystèmes forestiers comme bases de leur gestion durable*. — 13 novembre 2002. — 8 pages.

- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE RÉGION RHÔNE-ALPES. — *Bilan énergétique et bilan des gaz à effets de serre en Rhône-Alpes, Prospectives à l'horizon 2020, Synthèse des résultats*. 2006.

- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE. — *un plan climat à l'échelle de mon territoire, guide*. — novembre 2006. — 36 pages.

- AGENCE D'URBANISME DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE LYON, VILLE DE LYON. — *La charte du Parc de la Tête d'Or*. — novembre 1997.

- ROMANT-AMAT (B.). — *Préparer les forêts françaises au changement climatique*. — 28 décembre 2007. — 125 pages.

- CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE. — *Sensibilité des écosystèmes aux changements globaux.* — Communiqué de presse. — Paris, 27 octobre 2005.

- COMMUNAUTÉ URBAINE DU GRAND LYON. — *Chartre de l'arbre du Grand Lyon*. — 3ème édition, novembre 2005.

- COMMUNAUTÉ URBAINE DU GRAND LYON. — *Plan d'éducation au développement durable*. — septembre 2006.

- DIRECTION DES ESPACES VERTS DE LA VILLE DE LYON. — *Certification iso 14001*. — avril 2006.

- DUFRESNE (J.-L.), ROYER (J.-F.). — *Simulation de l'évolution du climat aux échelles globales et régionales*. — Congrès SHF-29 Journées de l'hydraulique : «Variations climatiques et hydrologie», Lyon, 27-28 mars 2007.

- GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT. — Troisième rapport d'évaluation du GIEC, *Changements climatiques 2001: Rapport de synthèse*, *Résumé à l'intention des décideurs.* — Septembre 2001.

- INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE L'UNIVERS — Les recherches françaises sur le changement climatique. — 2007. — 20 pages.

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. — *Fourth Assessment Report, Climate Change 2007: Synthesis Report, Longer Report*. — 2007.

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. — *Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis Report, Summary for Policymakers*. — 2007. — 23 pages.

- GESTION ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. — *Imfrex, Rapport final*. — 2002.

- GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT, GROUPE DE L'ÉVALUATION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE. — *Préservation de la couche d'ozone et du système climatique planétaire, Questions relatives aux hydrofluorocarbures et aux hydrocarbures perfluorés, Résumé à l'intention des décideurs et Résumé technique.* — 2005.

- INSTITUT DE FRANCE ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Écosystèmes et Événements Climatiques Extrêmes / Ecosystems and Extreme Climatic Events.* — Colloque de l'Académie des sciences. — 4-6 juillet 2007.

- MARTIN (Y.). — *La forêt face au changement de climat.* — Florac : 5 août 2005.

- MISSION INTERMINISTÉRIELLE DE L'EFFET DE SERRE. — *Actualisation 2006 du Plan Climat 2004-2012*. — novembre 2006.

- MISSION INTERMINISTÉRIELLE DE L'EFFET DE SERRE. — *Changements climatiques : Guide explicatif des accords internationaux.* — 2005.

- MISSION INTERMINISTÉRIELLE DE L'EFFET DE SERRE. — *Plan Climat 2004.* — 2004.

- MISSION INTERMINISTÉRIELLE DE L'EFFET DE SERRE. — *Plans Climat Territoriaux : des territoires en action. 1er recueil d'expérience 2007.* — 2007.

- MISSION INTERMINISTÉRIELLE DE L'EFFET DE SERRE. — *Rapport initial de la France selon le Protocole de Kyoto. Rapport déterminant la quantité attribuée conformément à l'article 3, paragraphes 7 et 8 du Protocole de Kyoto.* — 20 décembre 2006.

- NATIONS UNIES. — *Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*. — 1998.

- OBSERVATOIRE DE L'ÉNERGIE ET DES GAZ À EFFET DE SERRES DE RHÔNE-ALPES. — *Brochure d'information.* — 2006.

- OBSERVATOIRE NATIONAL SUR LES EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE. — *Collectivités et changement climatique, êtes-vous prêts ? Un guide pour l'adaptation à l'attention des collectivités locales.* — Mars 2004.

- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE. — *Changements Climatiques dans les Alpes européennes, adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques naturels*. — les éditions de l'ocde, 2007.

- RHÔNALPÉNERGIE-ENVIRONNEMENT. — *Changements climatiques Comment s'adapter en Rhône-Alpes ?*. — juin 2007.

- SERVICE ARBRES ET PAYSAGE DU GRAND LYON, SERVICE ARBRES ET PAYSAGE DE LA VILLE DE LYON. — *À la découverte… des pentes vertes de la Croix-Rousse*. — Janvier 2007.

- TERRAY (L.), BRACONNOT (P.). — *Livre Blanc Escrime Étude des Scénarios Climatiques IPSL & Météo France*. — 31 janvier 2007.

- VILLE DE LYON. — *Document de présentation de la ville de Lyon : son cadre de vie, ses espaces verts, ses citoyens*. — Juin 2005.

- VILLE DE LYON. — *Lyon ville nature*. — février 2007.

Revues consultées

- ANDRÉ (J.-C.) et al. — La vague de chaleur de l'été 2003 et sa prévision saisonnière. — *Comptes Rendus Geoscience*, 2004, 336, p. 49-503.

- ANDRÉ (J.-C.), ROYER (J.-F.). — Les fluctuations à court terme du climat et l'interprétation des données récentes en termes d'effet de serre. — *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, février 1999, série II, tome 328, n° 4, fascicule a, p. 261-272.

- BESSEMOULIN (P.), BOURDETTE (N.), COURTIER (P.), MANACH (J.). — La canicule d'août 2003 en France et en Europe. — *La météorologie*, août 2004, n° 46.

- BOUTEFEU (E.). — Végétaliser les villes pour atténuer les îlots de chaleur urbains. — *Techni.Cités*, 8 mai 2007, n° 129, p. 20-21.

- DRAF RHÔNE-ALPES. — *Trait d'union Agri-Culture*, n° 8.

- DUELLI (P.). — Certains l'aiment chaud Insectes en augmentation. — *Hotspot*, 2007, Dossier Biodiversité et changement climatique, n° 16, p. 12-13.

- DUFRESNE (J.-L.), SALAS Y MÉLIA (D.), DENVIL (S.). — Simulation du climat récent et futur par les modèles du CNRM et de l'IPSL. — *La météorologie*, novembre 2006, n° 55.

- INSTITUT DE FRANCE ACADÉMIE DES SCIENCES. — Dossier évolution des climats. — *La lettre de l'académie des sciences.* — n° 21, p. 3-27.

- LE LÉGISLATEUR. — Loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique. — *Journal officiel de la République française*, 13 juillet 2005.

Sites Internet consultés

http://www.ipcc.ch : Site du GIEC (en anglais).
http://www.raee.org : Site de RhônAlpÉnergie – Environnement.

LISTE DES CONTACTS

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

- SAVOIE François
  ADEME - Rhône Alpes
  Délégation Régionale Rhône-Alpes
  Direction de l'Action Régionale (DAR)
  10 rue des Émeraudes
  69006 LYON
  Mél : francois.savoie@ademe.fr

Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

- BOUTEFEU Emmanuel
  9, rue Juliette Récamier
  69456 Lyon Cedex 06
  Mél : Emmanuel.Boutefeu@equipement.gouv.fr

Centre national de la recherche scientifique

- QUÉNOL Hervé
  Chargé de Recherches CNRS
  Laboratoire COSTEL, UMR 6554 LETG
  Université Rennes 2 - Haute Bretagne
  Place du Recteur Henri le Moal
  35043 Rennes Cedex
  Mél : herve.quenol@uhb.fr

Grand Lyon

- CREPEAUX Pierre
  Grand Lyon
  Chargé de mission air/plan climat/bruit
  Mission écologie urbaine
  20 rue du Lac
  BP 3103 F
  69399 Lyon cedex 03
  Mél : pcrepeaux@grandlyon.org

- SÉGUR Frédéric
  Grand Lyon
  Responsable du service Voirie ingénierie arbres et paysage
  3 rue des cuirassiers
  69003 Lyon
  Mél : fsegur@grandlyon.org

Institut national de recherche agronomique

- AMEGLIO Thierry
  Directeur Adjoint du PIAF

U.M.R. 547 (INRA-Univ. Blaise-Pascal)
Centre INRA de Clermont-Fd-Theix
Site de Crouël, 234, avenue du Brézet
Chemin du grand Crouël
63100 CLERMONT-FERRAND Cedex 02
Mél : Thierry.Ameglio@clermont.inra.fr

- BADEAU Vincent
  Ingénieur de recherches
  Centre INRA de Nancy
  UMR 1137 INRA UHP
  Mél : badeau@nancy.inra.fr

- MARTIN Jean-Claude
  Centre INRA d'Avignon
  UEFM - UE0348
  Site Agroparc
  Domaine Saint Paul
  F-84914 AVIGNON Cedex 9
  Mél : Jean-claude.martin@avignon.inra.fr

Météo-France

- DEQUE Michel
  Météo-France/CNRM Toulouse
  Mél : michel.deque@meteo.fr

- MASSON Valery
  CNRM/GMME/TURBAU
  42 av Coriolis
  31057 TOULOUSE
  Mél : valery.masson@meteo.fr

- VALLÉE Jean-Louis
  Météo-France Bron
  Mél : jean-louis.vallee@meteo.fr

RhônAplÉnergie - Environnement

- BORRONI Valérie
  Rhônalpénergie-Environnement
  Chargée de mission
  10 rue des Archers
  69002 LYON
  Mél : valerie.borroni@raee.org

- COGERINO Laurent
  Chargé de mission
  Rhônalpénergie-Environnement
  10 rue des Archers
  69002 LYON
  Mél : laurent.cogerino@raee.org

- MORAND Claire
  Rhônalpénergie-Environnement
  Chargée de mission
  10 rue des Archers
  69002 LYON
  Mél : claire.morand@raee.org

Ville de Lyon

- GAULT Gilbert
  Vétérinaire
  Direction de l'Ecologie Urbaine
  Service Communal d'Hygiène et de Santé
  60 rue de Sèze
  69006 LYON
  Mel : gilbert.gault@mairie-lyon.fr

- GENET Pierre-Yves
  Ingénieur éco-développement
  Espaces verts Ville de Lyon (certifiée ISO 14001)
  Mairie de Lyon
  Direction des espaces verts
  69205 Lyon Cedex 01
  Mél : pierre-yves.genet@mairie-lyon.fr

- NOZIÈRES Clément
  Technicien Eco-Développement
  Secteurs Eau, Abres, Transport
  Espaces verts - Ville de Lyon (certifiée ISO 14001)
  Mairie de Lyon
  Direction des espaces verts
  69205 Lyon Cedex 01
  Mél : clément.nozieres@mairie-lyon.fr

- SAGNE Sylvie
  Directrice-ajdointe de la direction des espaces verts,
  Mairie de Lyon
  Direction des espaces verts
  69205 Lyon Cedex 01
  Mél : sylvie.sagne@mairie-lyon.fr

- SOULIER Tatiana
  Ingénieur environnement-sécurité
  Mairie de Lyon
  Direction des espaces verts
  69205 Lyon Cedex 01
  Mél : tatiana.soulier@mairie-lyon.fr

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les espaces verts publics lyonnais. Présentation 2006. Source : DEV. Subdivision maintenance et paysages, service patrimoine. 68
Annexe 2 : Organigramme de la direction des espaces verts. Source : D.E.V. 71
Annexe 3 : Principales caractéristiques des quatre canevas SRES et familles de scénarios. Extrait du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions p. 4-5. GIEC 2000. 72
Annexe 4 : Typologie des espaces verts 73
Annexe 5 : Mise en place de stations météorologiques 74
Annexe 6 : Modélisation du climat urbain 75
Annexe 7 : Influence de l'arbre sur son environnement 76
Annexe 8 : Recherche en autécologie 78
Annexe 9 : Recensement des écotypes des essences les plus fréquentes 79
Annexe 10 : Fonctionnement de l'arbre en ville 80
Annexe 11 : Conséquences du changement climatique sur la remontée des ravageurs 81
Annexe 12 : Identifier les filières production 82
Annexe 13 : Réalisation de plantations test 83
Annexe 14 : Attentes et besoins du public 84

Annexe 1 : Les espaces verts publics lyonnais. Présentation 2006. Source : DEV. Subdivision maintenance et paysages, service patrimoine.

ESPACES VERTS

LES ESPACES VERTS PUBLICS LYONNAIS

Présentation chiffrée 2006

1. LE PATRIMOINE VERT EN CHIFFRES

- **395** ha sur 4787 ha soit **8,2%** du territoire communal (+ **400** ha de fleuves)
- **9** m² d'espaces verts par habitant intra-muros
- Un cadastre vert comprenant **1 210** parcelles (de quelques m^2 à 105 ha)
- **55 000** arbres de parcs et jardins ; **23 000** arbres sur voirie gérés par le Grand Lyon
- **800 000** plantes à massifs et vivaces par an en fleurissement sur **11 000** m² de massifs ; ville fleurie classée **trois fleurs**
- **75** fontaines et jeux d'eau ; **135** monuments
- **675** mobiliers de jeux sur **175** aires
- Mais aussi un jardin botanique de **8 ha** + **6500** m² de serres et un jardin zoologique de **8** ha avec **250** animaux

2. LES MOYENS HUMAINS ET FINANCIERS

- **378** agents : **320** espaces verts, **21** jardin zoologique, **37** jardin botanique
- **3** M€ par an de fonctionnement (hors personnel)
- **2,5** M€ par an de travaux de maintenance
- **3,5 %** du budget de fonctionnement de la ville (hors personnel)
- **4,7 %** de la masse salariale

3. LES COÛTS DE GESTION

- **3,9 €** par m² par an de coût global moyen d'entretien
- **34,3 €** par habitant par an, environ

4. LES MODES DE GESTION

- En régie municipale pour l'entretien courant
- Par entreprises d'insertion et en régie pour le nettoiement
- Par entreprises d'espaces verts pour les travaux de maintenance
- En auto-production pour les plantes à massifs et achat chez les pépiniéristes pour les arbres

5. LES PRINCIPES DE GESTION

Mise en place de la **GESTION EVOLUTIVE DURABLE** dans le cadre de la certification ISO 14001 en 2005 traduite par :

- La gestion différenciée des espaces verts
- La diminution des produits phytosanitaires (mise en place de méthodes alternatives…)
- L'amélioration de la gestion des déchets verts (tri, compostage, réemploi…)
- L'amélioration de la gestion de l'eau (gestion centralisée, économie d'eau, contrôle des réseaux, végétaux résistants, …)
- Autres : véhicules propres, bio lubrifiants, écofournitures, attelage hippomobile, moutons, tri déchets urbains …

6. LES ANIMATIONS ET LA PARTICIPATION

- **1090** animations pédagogiques par an concernant **20 000** personnes
- **180** manifestations culturelles et sportives par an dans les parcs et jardins
- Une charte de la participation à la création et la gestion des espaces verts

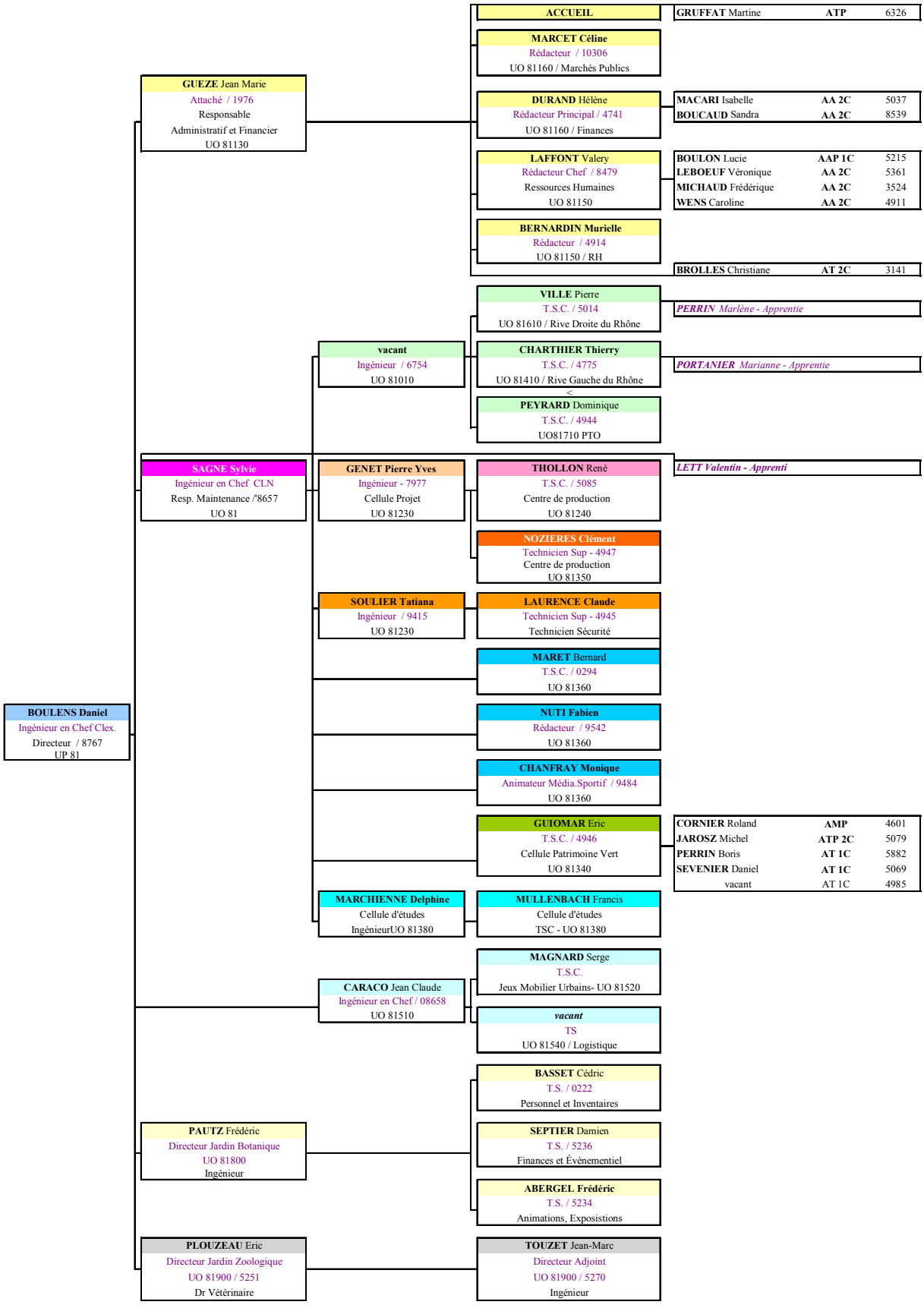
7. LE MODE D'ACTION : UN PLAN PLURIANNUEL DE VÉGÉTALISATION DE LA VILLE DE LYON

- Le plan de végétalisation de référence de 1996
- Le programme de végétalisation 2005-2007

8. CONCLUSION

- Un patrimoine vert riche et diversifié
- Des coûts de gestion maîtrisés
- Une gestion participative et respectueuse de l'environnement

BUREAUX DIRECTION



Annexe 2 : Organigramme de la direction des espaces verts. Source : D.E.V.

Principales caractéristiques des quatre canevas SRES et familles de scénarios

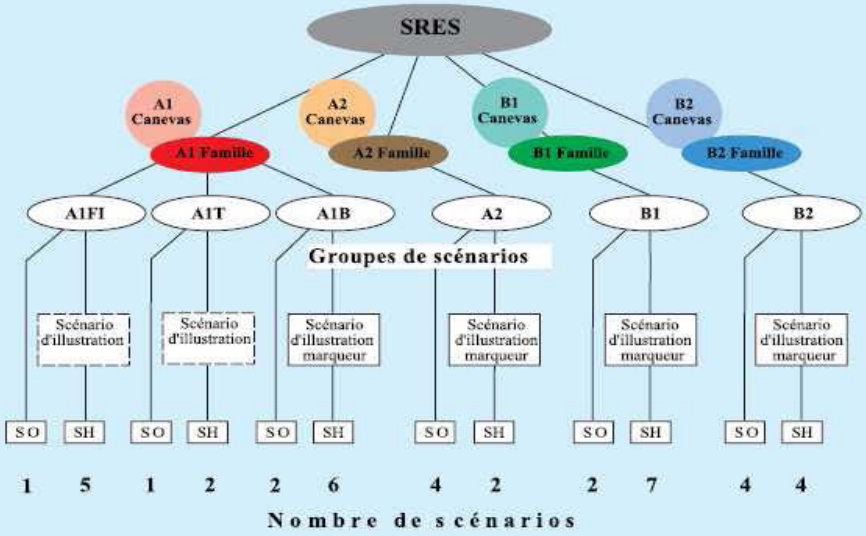


Figure 1 : Illustration schématique des scénarios SRES. Quatre canevas qualitatifs produisent quatre ensembles de scénarios, appelés "familles": A1, A2, B1 et B2. Au total 40 scénarios SRES ont été élaborés par six équipes de modélisation. Tous sont également valides, sans probabilités de concrétisation attribuées. L'ensemble de scénarios comprend six groupes de scénarios découlant des quatre familles: un groupe pour chacune des familles A2, B1 et B2 et trois groupes pour la famille A1, caractérisant des évolutions respectives des technologies énergétiques: A1FI (intensité de combustibles fossiles), A1B (équilibre) et A1T (prédominance des combustibles non fossiles). Parmi les familles et groupes de scénarios, certains partagent des hypothèses "harmonisées" pour la population mondiale, le produit mondial brut et l'énergie finale. Ils portent l'indication SH, pour "scénario harmonisé". L'indication SO dénote des scénarios qui envisagent des incertitudes dans les forces motrices au-delà de celles des scénarios harmonisés. Le nombre de scénarios élaborés dans chaque catégorie est indiqué. Pour chacun des six groupes de scénarios un scénario d'illustration (toujours harmonisé) est fourni. Quatre scénarios d'illustration "marqueurs", un pour chaque famille, utilisés sous une forme provisoire dans le processus ouvert SRES 1998, ont été inclus sous une forme révisée dans le présent rapport. Deux scénarios d'illustration supplémentaires pour les groupes A1FI et A1T sont également fournis et complètent un ensemble de six qui illustre tous les groupes de scénarios. Tous sont également fiables.

D'ici 2100 le monde aura connu des changements qu'il est difficile d'imaginer – aussi difficile qu'imaginer à la fin du XIX[e] siècle les changements survenus dans les 100 années qui nous en séparent. Chaque canevas suppose une direction distincte de l'évolution future, de sorte que les quatre canevas diffèrent d'une manière de plus en plus irréversible. Ensemble ils décrivent des futurs divergents qui englobent une partie importante des incertitudes sous-jacentes dans les principales forces motrices. Ils recouvrent un large éventail de caractéristiques "futures" clés comme l'évolution démographique, le développement économique et l'évolution technologique. Pour cette raison leur plausibilité ou leur faisabilité ne devraient pas être envisagées seulement sur la base d'une extrapolation des tendances économiques, technologiques et sociales *actuelles*.

- Le canevas et la famille de scénarios A1 décrivent un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. La famille de scénarios A1 se scinde en trois groupes qui décrivent des directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique. Les trois groupes A1 se distinguent par leur accent technologique : forte intensité de combustibles fossiles (A1FI), sources d'énergie autres que fossiles (A1T) et équilibre entre les sources (A1B)[3].
- Le canevas et la famille de scénarios A2 décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.
- Le canevas et la famille de scénarios B1 décrivent un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le canevas A1, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de services et d'information, avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.
- Le canevas et la famille de scénarios B2 décrivent un monde où l'accent est mis sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2, il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les canevas et les familles de scénarios B1 et A1. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux.

[3] "Equilibre" signifie que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies de l'approvisionnement énergétique et des utilisations finales.

Annexe 3 : Principales caractéristiques des quatre canevas SRES et familles de scénarios. Extrait du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions p. 4-5. GIEC 2000.

Annexe 4 : *Typologie des espaces verts*

Enjeux
Poser les bases des études suivantes.

Objectifs
Réaliser une typologie des espaces verts lyonnais.

Description

Il s'agit de l'une des premières étapes à mettre en place. Il est nécessaire avant toute chose de connaître exactement la diversité des espaces verts pour pouvoir réfléchir ensuite à la façon de les gérer et les adapter au changement climatique. Une typologie fournira un excellent outil de travail pour aller dans cette voie, en plus d'apporter une description plus fine des espaces gérés par la ville.

Cette étude prend toute sa valeur dans le contexte actuel où la réflexion est engagée par la ville de Lyon autour de la mise en place de plans de gestion de ses espaces verts puisqu'elle fournira des informations précises qui seront nécessaires dans tous les cas à la réalisation de ces plans. C'est en connaissant de façon précise le patrimoine que celui-ci pourra être géré et adapté de façon convenable et réfléchie.

Elle se déroulera en plusieurs phases :

- Répertorier l'intégralité des espaces verts.
  - utiliser les ressources des espaces verts pour rassembler les premières informations ;
  - croiser ces informations avec les visites de terrains.

Une phase en deux étapes dont la première est relativement rapide puisqu'elle consistera à utiliser l'inventaire des espaces verts de la ville pour collecter les informations générales. La seconde en revanche reposera sur des visites sur le terrain en vue de rassembler et synthétiser la diversité des espaces existants.

- Mettre en place une méthodologie avec, entre autre, un choix de critères simples pour caractériser ces espaces ;

L'idée n'est pas du tout d'arriver à la précision d'un catalogue de stations forestières mais d'être un outil de travail simple capable de donner les caractéristiques essentielles du site. C'est pourquoi on n'essaiera de n'utiliser que des critères généraux.

  - type d'espace : parcs, jardins, alignements simples ou doubles, écoles, installations sportives, cimetières, …
  - spécificités de l'espace : surface, essences, âge, infrastructures à proximité, …

- Créer une base de données ;
- Établir le suivi et la mise à jour.

Pour que cette étude ait un intérêt il faut pouvoir être sûr que les données récoltées seront effectivement utilisées, notamment lors du suivi de ces espaces.

Cette étude est une base sur laquelle d'autres peuvent s'appuyer et ne nécessite pas d'autre étude préalable. Elle permettra notamment de bâtir des plans de gestion adaptés à chaque espace ou de pouvoir facilement repérer des espaces avec des caractéristiques précises. Ceci sera très utile lors d'une étude sur l'influence de l'arbre sur son environnement par exemple. Elle peut être réalisée entièrement en interne, la seule difficulté étant une longue phase de terrain.

Annexe 5 : *Mise en place de stations météorologiques*

Enjeux
Suivre l'évolution du changement climatique.

Objectifs
Être capable de collecter des données météorologiques sur les espaces verts lyonnais.

Description

L'absence de données météorologiques sur Lyon est l'une des limites de l'adaptation au changement climatique. Sans ces données il est difficile de réussir à prévoir l'impact de celui-ci. C'est pourquoi cette étude a pour but de pouvoir suivre de façon générale l'évolution du climat sur des espaces caractéristiques puisqu'il est en effet utopique de vouloir relever des données dans chaque espace. Il s'agit donc de :

- Déterminer les espaces caractéristiques ;

Pour cela il vaudrait mieux avoir réalisé au préalable la typologie des espaces verts pour pouvoir déterminer plus facilement les sites représentatifs où installer les stations. Cela conduirait sinon soit à une importante phase de terrain, soit à un choix d'espaces plus ou moins arbitraire et qui ne reposerait pas vraiment sur des critères précis. Le risque est alors d'un biais important dans les données obtenues.

- Choisir les paramètres météorologiques à relever ;
- Trouver des partenaires pour la fourniture et l'installation des stations ;

Il est indispensable de pouvoir trouver des partenaires extérieurs pour cette étude qui seront en mesure d'apporter leur expérience dans ce domaine, aussi bien pour le choix des installations à mettre en place que pour l'élaboration de la méthode de suivi.

- Mettre en place un protocole de suivi.

Contacts à prendre

- Infoclimat
  - Mél : webmaster@infoclimat.fr
- Météo-France
  - Jean-Louis VALLÉE. Mél : jean-louis.vallee@meteo.fr

Une fois en place il faudra des relevés pendant une durée de l'ordre de 20 à 30 ans pour avoir des résultats qui commenceront à être significatifs vis-à-vis du changement climatique. Pour cette raison il faudrait installer ces stations le plus rapidement possible pour garder un temps d'avance. Le projet peut donc être assez difficile à faire passer aux élus avec des résultats à une échelle aussi longue. Il faut bien se rendre compte que si l'objectif principal est le changement climatique, cette étude fournira également des informations précises sur l'influence de l'arbre, et du végétal en général, sur le microclimat local ; des informations elles utilisables tout de suite. Ces informations peuvent être fortement valorisées par la ville et être un argument fort pour justifier la politique environnementale.

Annexe 6 : *Modélisation du climat urbain*

Enjeux
Suivre l'évolution du changement climatique

Objectifs
Pouvoir croiser l'influence du couvert végétal et celui du changement climatique pour être le plus réactif possible et déterminer des zones d'action prioritaires.

Description

Le but final de cette étude est de pouvoir simuler, à partir de l'ensemble des données collectées, les conséquences de la présence de végétaux sur le milieu urbain. En étant capable de prévoir l'influence d'un couvert végétal ou d'une zone plantée sur des paramètres microclimatiques tels que la température locale, l'interception des précipitations et du rayonnement solaire, ou encore sur la qualité de l'air la collectivité sera en mesure d'informer la population très demandeuse de ce genre de résultats.

De plus en établissant une couverte thermique de la ville sur laquelle on aura appliqué l'influence des arbres il sera simple de voir les zones prioritaires à planter.

Phases

La seule chose à faire est de trouver des partenaires vraiment intéressés par le projet et qui ont une expérience en la matière puisqu'il s'agit d'un travail tout à fait nouveau pour le service des espaces verts de Lyon.

Contacts à prendre

- École nationale du génie rural des eaux et des forêts
  - Pierre RAIMBAULT. Mél : pierre.raimbault@engref.agroparistech.fr

Difficultés particulières

Il s'agit d'un projet de grande envergure et il est essentiel pour le mener à bien de pouvoir s'appuyer sur des partenaires motivés et qui ont déjà réalisé de telles études. L'idéal serait d'avoir réalisé l'étude de l'influence de l'arbre sur son environnement afin d'avoir un jeu de données sur lequel la modélisation pourrait s'appuyer. Une autre difficulté est de trouver les financements nécessaires à la réalisation de cette étude.

Annexe 7 : *Influence de l'arbre sur son environnement*

Enjeux
Développer une meilleure connaissance des arbres vis-à-vis du climat.

Objectifs
Pouvoir qualifier les modifications microclimatiques générées par un arbre telles que la baisse locale de la température.

Description

Cette étude a l'objectif fort de pouvoir justifier la présence de l'arbre en ville. Elle apportera un argument de poids en faveur de la végétalisation urbaine en mettant en évidence les preuves de son action bénéfique, surtout en ville, non seulement sur la température ou la qualité de l'air mais également sur les retombées qu'elle peut avoir sur la santé de la population. Par exemple la baisse de la mortalité en période de canicule à proximité des zones végétalisées. Elle consiste à relever des données climatiques aux abords des arbres et zones plantées et à les croiser avec d'autres issues de zones non plantées ou dans des conditions environnementales différentes. Elle se place dans la continuité de l'étude qui porte sur l'installation de stations météorologiques puisqu'il s'agit là de l'analyse des données obtenues. Dans le cas ou cette étude en question n'aura pas été réalisée il faudra songer à réaliser des relevés localement, sans doute plus basiques.

Les résultats obtenus permettront certainement de dégager des modes de gestion qui permettent de favoriser ou au contraire limiter les effets des arbres sur leur environnement. S'ils ne le permettent pas, ils donneront au moins les moyens d'y réfléchir.

Phases
- Mettre en place un protocole et une méthodologie ;
- Réaliser les relevés de terrain ;
- Interpréter les résultats.

Contacts à prendre
- Grand Lyon
  - Frédéric SÉGUR. Mél : fsegur@grandlyon.org
- Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
  - BOUTEFEU Emmanuel. Mél : emmanuel.boutefeu@equipement.gouv.fr

Études préalables
- *Stations météorologiques*

L'idéal serait que les stations météorologiques soient déjà en place. Dans ce cas il s'agirait de rassembler les données issues de ces stations et commencer à les interpréter. Il est en effet possible d'interpréter les résultats sans attendre si on se place dans l'optique de la comparaison des conditions climatiques des différents types d'espaces verts.

Liens avec d'autres études
- *Attentes et besoins du public*

Les résultats obtenus peuvent être associés aux attentes et besoins du public. Par exemple une baisse de la température engendrée par un couvert végétal est quelque chose qui sera fortement apprécié par les usagers lors de fortes chaleurs.
- *Fonctionnement de l'arbre en ville*

Il est intéressant de pouvoir croiser les données de ces deux études dans la mesure où il y des chances pour que le fonctionnement de l'arbre en ville et son influence sur le microclimat soit liés.

- *Modélisation du climat urbain*

Dans l'optique d'une modélisation du climat urbain, les résultats issus de cette étude seront capitaux puisque ce seront les seuls à donner une donnée de l'influence de la végétation sur le microclimat.

- *Recherche en autécologie et recensement des écotypes des essences les plus fréquentes*

Enfin certaines essences se montreront sans doute plus efficaces que d'autres en matière d'impact sur le climat, ce qui peut être intégré à la recherche en autécologie des essences.

Annexe 8 : *Recherche en autécologie*

Enjeux
Développer une meilleure connaissance des arbres vis-à-vis du climat.

Objectifs
Constituer une base de données regroupant les données autoécologiques des essences.

Description

Le manque d'information sur l'écophysiologie des essences est un thème qui a souvent été abordé au cours de mes entretiens. Or pour pouvoir choisir les essences qui peuvent se maintenir dans les conditions climatiques à venir il est essentiel de pouvoir disposer d'une base de données rassemblant, pour chaque essence, les conditions de vie optimales. Toute la subtilité va en effet consister à planter des arbres dont les conditions climatiques optimales ne sont pas tout à fait atteintes actuellement mais qui risquent de le devenir petit à petit dans les années prochaines. Pour réaliser ceci on a donc besoin de connaître ces conditions optimales et ce n'est pas encore tout à fait le cas aujourd'hui.

Ces informations existent en partie mais sont extrêmement dispersées entre divers organismes. Cette étude est essentiellement bibliographique, l'objectif final étant encore une fois la réalisation d'une base de données exploitable.

Critères prioritaires à relever :

- température optimale;
- besoins en eau ;
- acidité du sol ;
- sensibilité à l'engorgement ;
- sensibilité à la sécheresse ;
- sensibilité au gel ;

La seule difficulté de cette étude est de rassembler les informations, c'est-à-dire arriver à contacter arboretums, jardins botaniques, pépinières, professionnels, … et compulser la bibliographie. Ceci est d'autant plus difficile que les données sur les essences horticoles sont bien plus lacunaires que celles des essences forestières. En revanche elle ne nécessite aucune étude préalable ni mise en œuvre particulière.

Annexe 9 : *Recensement des écotypes des essences les plus fréquentes*

Enjeux
Adapter les essences plantées aux conditions climatiques.

Objectifs
Déterminer les écotypes fréquents des essences les plus utilisées.

Description
Il est intéressant de pouvoir disposer d'un catalogue des essences rappelant leurs conditions de vie optimales, mais il faut savoir également que pour beaucoup d'essences il existe de très nombreux écotypes dont les caractéristiques sont parfois très différentes. C'est pourquoi il faut réaliser, pour un groupe d'essences restreint à déterminer, le même travail que celui de la recherche autoécologique. Toujours dans un soucis de réussite des plantations à long terme.

Phases
- Déterminer un groupe d'essences sur lequel travailler, en fonction du patrimoine existant et éventuellement le patrimoine futur.
- Recenser tous les écotypes correspondants en rassemblant le maximum de données sur le milieu de vie optimal : nature du sol, pH du sol, besoin en eau, besoin en lumière, résistance au gel, à la sécheresse, à l'engorgement, … Il sera utile de se baser sur l'étude de la recherche en autécologie qui pourra faire gagner du temps.

Contacts à prendre
- Grand Lyon
  - Frédéric SÉGUR. Mél : fsegur@grandlyon.org
- Jardins botaniques ;
- Arboretums ;
- Pépinières.

Difficultés particulières
Les données quand elles existent sont disséminées un peu partout et le plus dur sera de réussir à les retrouver et les rassembler. Cela nécessite une importante recherche de contacts. Une seconde étape sera de pouvoir faire le tri entre les différents écotypes, vérifier la correspondance des noms et trier les données contradictoires.

Études préalables
- *Recherche autoécologique*

Cette recherche doit pouvoir être faite pour pouvoir déterminer les groupes sur lesquels travailler en priorité. Il s'agit en plus à peu de chose près de la même démarche à suivre pour ces deux études.

Liens avec d'autres études
- Filière de production :

L'objectif sous-jacent est de pouvoir inciter les pépinières et fournisseurs à clarifier leur traçabilité en leur faisant comprendre que le sujet est d'importance pour la ville.

Annexe 10 : *Fonctionnement de l'arbre en ville*

Enjeux
Développer une meilleure connaissance des arbres vis-à-vis du climat.

Objectifs
Améliorer les connaissances sur la physiologie de l'arbre urbain.

Description

Il s'agit d'une étude plus scientifique qu'il conviendrait de monter dans le cadre d'un partenariat et dont le principe est de mettre en place un protocole et une méthodologie par lesquels on mesurerait plusieurs paramètres physiologiques sur un petit échantillon d'arbres, le but étant de dégager les paramètres climatiques qui agissent le plus sur ceux-ci.

Les paramètres issus du sol étant d'une part difficiles d'accès en milieu urbain, et d'autre part présentant un faible intérêt vu leur homogénéité sur la ville, on focalisera toute l'attention sur la partie aérienne avec par exemple des mesures portant sur divers paramètres physiologiques tels que :

- le potentiel hydrique et la résistance stomatique traduisants l'état de stress hydrique de la plante ;
- l'activité photosynthétique et l'accroissement des tiges, des indicateurs de reprise et de bon fonctionnement de l'arbre.

À partir des résultats obtenus des modes de gestion plus appropriés peuvent être développés.

Phases

- Trouver des partenaires ;
- Rédiger un protocole d'échantillonnage et une méthodologie en prenant en compte :
  - les paramètres physiologiques à relever ;
  - les paramètres climatiques à relever ;
  - la façon et le rythme auquel ces relevés seront soumis ;
  - la durée de l'étude ;
- Prévoir la poursuite de l'étude et du suivi car celle-ci, vu l'échelle de temps de plusieurs années dans laquelle elle s'inscrit, ne pourra vraisemblablement pas être menée par la même personne.

Contacts à prendre

- Grand Lyon
  - Frédéric SÉGUR. Mél : fsegur@grandlyon.org
- Inra Clermont-Ferrand – UMR PIAF.
  - Thierry AMÉGLIO. Mél : thierry.ameglio@clermont.inra.fr
- École nationale du génie rural des eaux et des forêts
  - Pierre RAIMBAULT. Mél : pierre.raimbault@engref.agroparistech.fr

Études préalables

- *Typologie des espaces verts*

Elle est nécessaire pour faciliter l'échantillonnage des arbres sur lesquels les mesures seront effectuées. Elle permettra d'obtenir des résultats significatifs.

Liens avec d'autres études

- *Plantations test*

Cette étude peut également être appliquée lors de la réalisation de plantations test pour le suivi des essences installées.

- *Stations météorologiques*

En complément de cette étude, l'idéal est de pouvoir croiser les données physiologiques obtenues avec les données climatiques locales.

Annexe 11 : *Conséquences du changement climatique sur la remontée des ravageurs*

Enjeux
Développer une meilleure connaissance des arbres vis-à-vis du climat.

Objectifs
Lister les ravageurs susceptibles de se propager et de s'installer à Lyon.
Lister les essences sensibles et les essences à risque.
Recenser pour chacun les moyens de lutte existants.

Description

Suite à la hausse des températures on constate déjà une remontée des ravageurs, c'est par exemple le cas pour la chenille processionnaire, déjà présente à Lyon depuis plusieurs années. Malheureusement la chenille processionnaire n'est pas la seule espèce à voir son aire de répartition se modifier et c'est la raison laquelle il est important de pouvoir être prêt aux ravageurs susceptibles de s'implanter sur la ville. Pour cela il faut commencer par lister :

- les ravageurs capables de migrer jusqu'ici et ceux qui le pourrait bientôt. Il sera également intéressant de s'attarder sur leurs modes de dispersion et de propagation ;
- les essences particulièrement sensibles et celles pouvant faciliter l'arrivée des ravageurs ;
- les moyens de lutte existants.

Il s'agit, en plus d'un important travail de bibliographie, de contacter rapidement des organismes de recherche tels que l'Inra, des associations locales et d'autres collectivités plus au sud qui possèdent déjà des informations et des observations. Un bon outil de travail serait la réalisation d'une liste de personnes et organismes ressources que l'on saurait être une référence sur tel ou tel ravageurs.

Contacts à prendre

- Ville de Lyon
  - Gilbert GAULT. Mél : gilbert.gault@mairie-lyon.fr
- Inra d'Avignon
  - Jean-Claude MARTIN. Mél : Jean-claude.martin@avignon.inra.fr

Il n'y a pas d'étude préalable à mettre en place pour cette analyse puisqu'il s'agit presque essentiellement d'un travail de bibliographie et de rencontre des acteurs. En revanche elle présente de nombreux liens avec d'autres études telles que les attentes et besoins du public ou la mise en place de modes de gestion plus adaptés.

Il faut également savoir que l'une des difficultés réside dans le fait que la plupart des ravageurs forestier urbains ne présentent un intérêt pour les collectivités et les gestionnaires que lorsque ceux-ci ont un impact direct sur la sécurité ou la santé de la population. Bien entendu pour une longue échelle de temps un ravageur aura presque toujours un impact sur la population puisqu'il va entraîner un dépérissement des arbres attaqués et ainsi les rendre dangereux. Toutefois cette échelle de temps n'est pas toujours atteinte en ville.

Annexe 12 : *Identifier les filières production*

Enjeux
Identifier les filières de production.

Objectifs
Lister l'ensemble des filières de production et de fournisseurs de plants ainsi que leurs spécificités.
Établir une liste de contacts.

Description

Un autre point qui est ressorti de mes rencontres est celui du manque de lisibilité des fournisseurs, en particulier pour ce qui concerne la provenance des plants. En effet à l'heure actuelle celle-ci n'est pas toujours clairement identifiée ce qui pose tout de même un problème pour le choix des plants à acheter. Même pour le milieu urbain qui est complètement artificialisé par rapport à un milieu naturel cette provenance reste importante et c'est même l'un des critères de choix les plus importants puisque la zone d'origine de ce plant doit pouvoir correspondre à celle dans laquelle il sera amené à se développer. Comment pouvoir assurer un taux de reprise si on ne peut pas être sûr que ces deux régions correspondent climatiquement ?

Cette étude est un préalable à celle de l'identification des écotypes qui suit. L'idéal serait que les fournisseurs soient capables d'améliorer cette lisibilité en réussissant à mettre faire ressortir l'origine de leurs produits. Malheureusement il ne nous est pas possible d'agir à leur place et c'est la raison pour laquelle il faut commencer par :

- Recenser les organismes fournisseurs de plants ;
- Recenser les personnes contact ;
- Recenser les partenaires ;

Après avoir réalisé ce listing, et suivant les réactions rencontrées au cours des différentes rencontres il faudra réunir le maximum de personnes intéressées et capables de s'investir dans ce projet pour réfléchir à la lisibilité de la filière de production et donc des provenances. Le meilleur serait sans doute ensuite de réaliser des actions de communication et de multiplier les rencontres de sensibilisation auprès des fournisseurs.

Contacts à prendre

- Grand Lyon
    - Frédéric SÉGUR. Mél : fsegur@grandlyon.org

Difficultés particulières

La plus grande difficulté est de pouvoir réussir à réunir le plus d'organismes possibles et leur faire prendre conscience du manque de lisibilité de la filière et de l'importance que ces informations peuvent avoir pour la bonne reprise des plants dans le contexte actuel du changement climatique.

L'un des avantages de cette étude est qu'elle ne nécessite pas d'étude préalable. Elle demande ensuite à être complétée par celle des écotypes les plus fréquents pour pousser la réflexion plus loin et obtenir des résultats concrets si possibles. Une fois les provenances et les écotypes identifiés il sera plus facile de prévoir si telle ou telle essences est capable de se maintenir.

Annexe 13 : *Réalisation de plantations test*

Enjeux
Développer une meilleure connaissance des arbres vis-à-vis du climat.

Objectifs
Réaliser des plantations d'essences en situation limite.
Déterminer des essences plus adaptées.

Description
Il s'agit de réaliser des plantations d'essences en situation limite de leur aire de répartition actuelle pour voir la façon dont elles se comportent avec le changement progressif des conditions climatiques. C'est l'occasion de tester un certain nombre d'essences nouvelles.

Annexe 14 : *Attentes et besoins du public*

Enjeux
Répondre à la demande sociale.

Objectifs
Recenser les attentes et besoins de la population vis-à-vis des espaces verts et notamment pour les arbres.
Connaître l'avis des citoyens sur la politique et l'action menée par la ville.

Description
Face à l'urgence de la situation dans le contexte du changement climatique, la priorité est bien entendu de développer les moyens nécessaires pour pouvoir être prêts. Cela ne doit pas nous empêcher parallèlement de sonder la population pour définir ou redéfinir les attentes de ceux pour qui la ville travaille.

Phases
- Recherche documentaire des études déjà réalisées ;
- Rencontres avec les organismes moteurs en la matière ;
- Si besoin, collecte d'informations via un sondage, enquête, …

Contacts à prendre
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie :
  - François SAVOIE. Mél : francois.savoie@ademe.fr ;
- Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques :
  - BOUTEFEU Emmanuel. Mél : emmanuel.boutefeu@equipement.gouv.fr .

Difficultés particulières
Pas de difficulté particulière dans un premier temps pour la collecte des informations et les rencontres avec les contacts. Suivant ce qui ressortira de tout cela il faudra réfléchir à l'opportunité ou non de réaliser une enquête complémentaire. Dans ce cas il sera nécessaire de mettre en place un protocole et une méthodologie.

Suivant les résultats obtenus, certains modes de gestion peuvent être compatibles avec les attentes du public. Par exemple des tailles qui respectent l'architecture naturelle de l'arbre peuvent à la fois répondre à une demande d'ombre en été et une demande de transparence du houppier en hivers.

Le milieu urbain possède de nombreuses spécificités. Pour pouvoir se maintenir en ville, un arbre nécessite une gestion toute particulière capable de tenir compte de ces spécificités.

Ce type de gestion peut être influencé par l'impact du changement climatique et c'est pourquoi la ville de Lyon se préoccupe des conséquences que ce dernier pourrait avoir, en cherchant de quelle façon elle pourrait adapter la gestion qu'elle pratique actuellement.

Cette étude rassemble les données climatiques observées et attendues que l'on peut obtenir sur la région lyonnaise. Elle propose ensuite un certain nombre d'études à mettre en place pour obtenir les informations manquantes, avant de donner des mesures de gestion qui permettent dès maintenant de limiter les impacts d'une modification climatique.