

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES BIOLOGIQUE
OPTION : BIODIVERSITE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALE

N° :

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique
En Biodiversité et Physiologie Végétale**

Par: LABZA Roumaissa et DJAFRI Hadjer

Intitulé

**Etat de la diversité végétale du jardin botanique
du Hamma avec un système d'information
géographique : cas du jardin au style anglais**

Soutenu devant le jury composé de:

Dr. KHODEUR Djamel	MCB	Université de M'Sila	Président.
Dr. BENDIF Hamdi	MCB	Université de M'Sila	Rapporteur.
Dr. YAHIAOUI Merzouk	MCB	Université de M'Sila	Examineur.
Mme. BENNHISSEN Saliha	MCB	Université de M'Sila	Examinatrice.

Année universitaire : 2017 /2018

Remerciement

Avant tout, nous remercions le dieu, notre créateur pour nous avoir donnée de la force et le courage à accomplir ce travail.

*Nous tenons à remercier Dr. **BENDIF Hamdi** Maitre de conférences au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA qui en tant que encadreur, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce travail, à son inspiration, ses conseils, son aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer, sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Nous ne manquerons pas à remercier Mr. **BOUTERAA Walid** Maitre assistant au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA qui enrichi ce mémoire par sa connaissance en différentes matières notamment la cartographie.*

*Mes remerciements sont adressés à la formatrice **OUANANI Linda** qui nous a aidées pendant notre recherche scientifique notamment à l'utilisation de logiciel d'ArcGIS.*

*Nos sincères reconnaissance et nos vifs remerciements sont adressés à la direction du jardin d'essai du Hamma plus particulièrement sont directeur Mr. **BOULAHIA Abdelkrim**, la conservatrice Mme. **BENMENNI Kenza** et Mr. **BOUABBECHÉ Abdelouahab** pour leurs facilitations.*

*Nous remercions vivement Mr. **SEGUNI Hacene** ainsi Mr. **DJENNAS Karim** des ingénieurs botanique du jardin, qui nous ont accompagnés dans le terrain, avec la patience, la noblesse, elle a largement contribué depuis le départ, à nous faire découvrir le mode des jardins et pour ses précieuse aide dans les sorties et l'identification des espèces végétales.*

*Nos sincères remerciements aux monsieur et madame les membres du jury Dr. **KHODEUR Djamel**, Maitre de conférences au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA, Dr. **YAHIAOUI Merzouk** Maitre assistant au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA et Dr. **BENHISSEN Saliha**, Maitre assistant au département des Sciences de la nature et de vie à L'université de M'SILA,*

qui nous ont honorés pour avoir accepté de juger et d'évaluer ce présent travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, Nous remercions nos amis et camarades de promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires.

Roumaïssa & Hadjer

Dédicaces

A mes très cher parents autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance, vos conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Votre patience sans fin.

A Mes sœurs Soumia, Affaf et Imane et mes frères Mohamed et Oussama qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité. A la mémoire de ma grande sœur Fatima mon exemple éternel, mon soutien moral Qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour. je te dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.

A mon ami Sidali et Mounir qui étaient présents toujours à côté de moi.

A ma copine Roumaïssa qui m'a soutenu ma carrière.

Hadjer

Dédicaces

Avec les sentiments de la plus profonde humilité je dédie ce modeste travail:

Chère maman. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A la mémoire de mon père et frère, modèles d'honnêteté, de loyauté et de force de caractère je prie De l'aube claire jusqu'à la fin du jour Que dieu réunisse nos chemins et que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A mes chers frères Mohamed, Belkacem, Boubakeur, Khaled, Hamza, je vous souhaite tout le bonheur et la réussite du monde. A mes chères sœur Zakia, Somia, Fatima, Naima, que dieu vous procure santé et Bonheur durant toute votre vie.

A mes chères nièces, que dieu vous procure protéger et la santé.

A mon cher binôme Hadjer qui m'a soutenu ma carrière.

A mes chères amies que j'aime.

A la femme de mon frère Rahma qui a été avec moi tout au long de l'étude.

Roumaissa

Table des matières

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Table des matières

Introduction

1

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

1. Historique du jardin d'essai

2

1.1. Origine du jardin d'essai et sa naissance

2

1.2. Période d'activité du jardin 1842-1867

3

1.3. Période concession privée 1867-1913

3

1.4. Période de retour à la gestion 1913-1946

3

1.5. Période post indépendance

4

2. Présentation de jardin d'essai

4

2.1. Situation et présentation générale de jardin d'essai

4

2.1.1. Jardin anglais

6

2.1.2. Jardin français

8

2.2. Cadre biogéographique

10

2.3. Cadre physique

10

2.3.1. Reliefs

10

2.3.2. Pédologie

11

2.3.3. Ressources hydriques

11

2.3.4. Caractéristiques écologiques

12

2.3.5. Végétations

12

2.4. Cadre climatique

12

2.4.1. Pluviométrie

13

2.4.2. Températures

14

2.4.3. Amplitude thermique

14

2.5. Cadre bioclimatique

14

2.5.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

14

2.5.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER

14

3. Récréation au jardin d'Essai du Hamma

15

Chapitre II : Généralité sur le SIG

1. Introduction

16

2. Système d'information géographique (SIG)

16

2.1. Définitions du SIG	16
2.2. Composantes d'un SIG	17
2.3. Rôles du SIG dans les études environnementales	17
2.4. Logiciel d'application SIG	17
2.5. Développeurs des SIG	19
2.6. Données liées aux SIGs	19
2.6.1. Données raster	19
2.6.2. Données vectorielles	19
2.7. Fonctionnalités de base des SIGs	20
2.7.2. Transformation	20
2.7.3. Stockage de données	20
2.7.4. L'analyse spatiale	20
2.7.5. Visualisation	20
3. Cartographie	21
3.1. Définition	21
3.2. Types de cartes	21
3.3. Compositions de la carte	21
4. Notion de la carte dans les SIGs	22
5. ArcGIS est une infrastructure pour créer des cartes	22

Chapitre III : Méthodologies de travail

1. Objectif de travail	25
2. Logiciels utilisés	25
2.1. Outils d'analyse	25
2.1.1. Logiciel ArcGIS	25
2.1.2. Logiciel Google Earth	25
2.2. Outils de prospection	26
2.2.1. GPS (Global Positioning System)	26
2.2.2. Smartphone / Laptop	26
3. Acquisition et traitement des données	27
3.1. Documentations	27
3.2. Collecte de données	27
3.2.1. Carte	27
4. Approche suivie	27
4.1. Délimitation de la zone d'étude	28
4.2. Prospection de terrain	29
4.3. L'échantillonnage par la méthode systématique	29
4.4. Détermination et nomenclature des espèces	30
4.5. Inventaire de la flore	30

5. Structure de la base de données	31
5.1. Définition des bases de données	31
5.2. Base de données relationnelle	31
5.3. Définition de «table »	32
6. Réalisation des cartes thématiques	32
6.1. Carte des groupements végétaux	32
6.2. Etapes de la réalisation de base de données	32
6.2.1. Définir l'unité et la projection	32
6.2.2. Choisir un fond de carte	33
6.2.3. Calage de la carte et projection	34
1. Calage des images	34
2. Calage de la carte sur SIG	35
6.2.4. Digitalisation	36
6.2.5. Création des couches	37
6.2.6. Dessiner sur les couches	38
6.2.7. Insertion des données	38
7. Réalisation des couches	38
7.1. Couche de surface	39
7.2. Couche de périmètres	40
7.3. Couche des parcelles générale	41
7.4. Couche Symbole	42
7.5. Couche infrastructure	42
7.5.1. Mise en page	42

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Analyse de la biodiversité actuelle du jardin anglais	45
2. Etat de la diversité du jardin anglais avec l'application d'un système d'information géographique	48
2.1. Carte thématique	48
2.2. Dimensionnement des différentes parcelles	52
2.3. Etude descriptive des parcelles	53
2.3.1. Parcelle 04	53
2.3.2. Parcelle 05	54
2.3.3. Parcelle 06	55
2.3.4. Parcelle 11	59
2.3.5. Parcelle 12	60
2.3.6. Parcelle 18	61
2.3.7. Parcelle 23	65
2.3.8. Parcelle 24	66

2.3.9. Parcelle 36	67
2.3.10. Parcelle 41	68
Conclusion	73

Chapitre V : Proposition d'aménagement

1. Introduction	74
2. Unité d'aménagement jardinier	74
3. Traitement et entretenir de la végétation	75
3.1. Opérations d'entretien	75
3.1.1. Taille de formation	75
1. Dépressage	75
2. Elagages	75
3. Eclaircies	76
4. Nettoiements	77
3.2. Création des carrées thématiques	77
3.3. Création de nouvelles allées	77
4. Aménagement de sol des parcelles du jardin anglais	78
4.1. Nettoyage des parcelles	78
4.2. Mise en œuvre d'un plan d'aménagement, suivi et évaluation	78
Conclusion générale	79
Bibliographies	
Annexes	
Résumés (Arabe, Français et Anglais)	

Liste des figures

Figure 01: Positionnement du Jardin d'essai du Hamma sur la carte (Wilaya d'Alger).	05
Figure 02: Carte de périmètre d'inventaire du jardin d'essai du Hamma (image du 06 juin 2018 prise par Google Earth).	05
Figure 03: Plan du jardin d'Essai du Hamma d'Alger.	06
Figure 04: Jardin à l'anglaise.	07
Figure 05: Arbre de Tarzo	07
Figure 06: jardin à la française.	08
Figure 07: Entrée du Parc zoologique.	09
Figure 08: Bassin des palmipèdes.	09
Figure 09: Profile du terrain du jardin d'essai du Hamma (image du 25 janvier 2018 prise par Google Earth).	11
Figure 10: Sols bruns calcaires.	11
Figure 11: Position de la station Alger Port sur le climagramme pluviométrique d'Emberger.	15
Figure 12: Composants matériels d'un SIG et leurs fonctions	17
Figure 13: Cartes intelligentes.	23
Figure 14: Carte détaillée réalisée par l'équipe de la U.S. Fish and Wildlife	23
Figure 15: "ArcGIS for Desktop" affiche un modèle utilisé pour déterminer l'impact probable de tornades et les résultats de l'exécution de ce modèle.	24
Figure 16: GPS (outil de prospection).	26
Figure 17: Carte numérotée du jardin d'essai du Hamma (2008).	28
Figure 18: Carte de périmètre d'inventaire du Jardin au style anglais (image du 06 juin 2018 prise par Google Earth).	29
Figure 19: Les interfaces l'unité et la projection.	33
Figure 20: Un fond de carte.	33
Figure 21: Fond de carte réalisé par un URBANIS en 2008.	34
Figure 22: Désignation des quatre points de calage.	35
Figure 23: Digitalisation des parcelles.	36
Figure 24: Etapes de la création des couches.	37
Figure 25: Dessiner sur les couches.	37
Figure 26: Insertion des données.	38
Figure 27: Calcul des surfaces.	39
Figure 28: Calcul de périmètre.	40
Figure 29: Structure de la table générale des parcelles.	41
Figure 30: Structure de la table symboles.	42
Figure 31: Carte représente les étapes de la mise en page.	44
Figure 32: Répartition de la richesse des parcelles par familles dans le jardin anglais (jardin d'essai du Hamma).	45
Figure 33: Répartition de la richesse des parcelles par genres dans le jardin anglais (jardin d'essai du Hamma).	46
Figure 34: Répartition de la richesse des parcelles par espèces dans le jardin anglais (jardin d'essai du Hamma).	46

Figure 35: La disparition des quelques espèces au jardin anglais du jardin d'essai du Hamma.	47
Figure 36: Organigramme des différentes phases de l'élaboration d'une carte thématique.	49
Figure 37: Carte thématique du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma (Alger).	51
Figure 38 : Surfaces respectives ressorties pour chaque parcelle.	52
Figure 39: Périmètre respectives ressorties pour chaque parcelle.	52
Figure 40: quelques espèces dominantes dans la parcelle 04.	53
Figure 41: quelques espèces dominantes dans la parcelle 05.	54
Figure 42: quelques espèces dominantes dans la parcelle 06.	55
Figure 43: Carte présente les espèces de la parcelle 04.	56
Figure 44: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 05.	57
Figure 45: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 06.	58
Figure 46: quelques espèces dominantes dans la parcelle 11.	59
Figure 47: quelques espèces dominantes dans la parcelle 12.	60
Figure 48: quelques espèces dominantes dans la parcelle 18.	61
Figure 49: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle11.	62
Figure 50: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle12.	63
Figure 51: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle18.	64
Figure 52: quelques espèces dominantes dans la parcelle 23.	65
Figure 53: quelques espèces dominantes dans la parcelle 24.	66
Figure 54: quelques espèces dominantes dans la parcelle 36.	67
Figure 55: quelques espèces dominantes dans la parcelle 41.	68
Figure 56: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 23.	69
Figure 57: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 24.	70
Figure 58: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 36.	71
Figure 59: Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 41.	72
Figure 60: Fiche parcellaire de quelques carrées (41, 24, 16).	74
Figure 62: Espacement des plantations.	76
Figure 63: coupes du bois.	77

Liste des tableaux

Tableau 01 : quelques logiciels du SIGs	19
--	-----------

ABREVIATIONS

A.N.N	Agence Nationale pour la Conservation de la Nature.
GPS	Système de Positionnement Géographique.
I.N.R.A	Institut National de Recherche Agronomique.
M	Moyenne des maximums thermiques du mois le plus chaud.
m	Moyenne des minimums thermiques du mois le plus froids.
M.N.N	Muséum National de la Nature.
P	Pluviométrie.
Q2	Quotient pluviométrique d'Emberger.
SIG	Système d'Information Géographique.
Sp	Espèce.
UTM	Projection cartographique Transverse Universelle de Mercator.
WGS84	Système Géodésique Mondial.
X, Y	Coordonnées géographiques (X =Longitude, Y= Latitude).
H	Hiver.
A	Automne.
P	Printemps
E	Eté

Introduction

A l'heure actuelle que devient il en sachant que notre époque se caractérise par un développement technologique impressionnant qui nous facilite la tâche en différentes matières, notamment la conservation et le développement de la biodiversité.

Le jardin d'essai du Hamma est un jardin historique à la végétation luxuriante et au patrimoine architectural remarquable. Cette dernière et par sa localisation géographique, constitue un foyer important de biodiversité en Algérie, par la présence des espèces rare et protéger sur le plan national, mais la vérité frappante pour ceux qui s'intéressent à ce domaine est le flagrant manque / inexistence de cartes décrivant les richesses floristiques et permettant une gestion efficace de ce patrimoine.

L'objectif final visé dans cette étude, est la construction d'une base de données servira dans la production/actualisation des cartes de végétations, la chose qui permettra de mettre le point sur l'importance et la richesse du couvert végétal, ainsi qu'elle fournit un outil précieux de surveillance et de gestion.

Dans ce contexte, notre étude se veut d'évaluer la diversité floristique du jardin par une étude cartographique, en comparant notre liste à celle de 2007 dans le but d'alarmer les pouvoirs publics sur l'urgence et la nécessité d'élaborer une stratégie pour conserver ce patrimoine.

Notre travail consiste à l'établissement d'une carte thématique et à l'actualisation de l'inventaire floristique de la partie du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma qui pourra servir d'outil de base pour les gestionnaires et qui permettra certainement de mettre en évidence le grand intérêt du jardin et de prendre les mesures nécessaires pour sa protection et sa réhabilitation.

Ce mémoire est subdivisé en cinq chapitres, le premier est consacré aux généralités et le cadre physique du jardin. Un deuxième chapitre pour définir le système d'information géographique, le rôle et l'importance du SIG dans le domaine environnemental et écologique. Un troisième chapitre portera sur la démarche méthodologique adoptée et l'inventaire floristique dans l'accomplissement de cette étude. Dans le quatrième chapitre nous exposerons les résultats et la discussion. Enfin, des propositions d'aménagement dans le cinquième chapitre. On clôturera ce mémoire par une conclusion et les perspectives.

Chapitre I : Presentation de la zone d'étude

1. Historique du jardin d'essai

Le jardin du Hamma a connu diverses périodes depuis sa création jusqu'à nos jours. Autrefois pépinière et jardin d'acclimatation, il deviendra un jardin de promenades ouvertes au public, ayant pour but de conserver sa triple fonction en se spécialisant dans l'horticulture. Il assumera des fonctions multiples qui méritent que l'on rappelle ses principales activités au cours de cinq grandes périodes de son histoire.

1.1. Origine du jardin d'essai et sa naissance

La « pépinière centrale du Gouvernement », nom primitif et officiel du Jardin d'essai.

La création du jardin d'essai du Hamma incombe à l'autorité militaire coloniale qui décide en 1831, d'assainir quelques hectares de terrains marécageux, situés au pied de la colline des Arcades.

En décembre 1832, sous l'administration du Duc de Rovigo, alors Général en chef de l'armée d'Afrique, que le Général Avisard, Gouverneur Général par intérim, sur proposition de l'intendant civil Genty de Bussy signa l'acte de naissance du jardin proprement dit, dont le but de cultiver, d'introduire, d'acclimater les espèces et variétés originaires de tous les points du globe.

Les activités du jardin d'essai s'étaient exercées par les deux premiers directeurs, le lieutenant de Vaisseau Barnier puis le Commandant du Génie Bernard, d'abord sur les cinq hectares, situés au-delà de l'emplacement actuel du jardin d'essai (du côté d'Hussein dey, à peu près à l'endroit où se dressait l'usine de l'Electricité et Gaz d'Algérie (EGA). En 1837, la superficie s'augmente à 18 hectares.

L'établissement du jardin fut un grand fournisseur de plants, ce qui lui vaut d'être appelé « Pépinière centrale du Gouvernement », titre qu'il conservera jusqu'au 13 avril 1861, où, il sera débaptisé à nouveau « Jardin d'acclimatation ».

Aussi, après sa fondation, le jardin d'essai s'occupait non seulement des problèmes d'introduction, de multiplication et de diffusion des espèces végétales, mais aussi de technologie agricole et industrielle, d'élevage, devenu ainsi un centre de production et un centre d'enseignement. (Carra, 1952).

1.2. Période d'activité du jardin 1842 à 1867

En 1842, le directeur HARDY se préoccupa d'augmenter la fertilité de la superficie cultivée par un meilleur assainissement du sol encore plus marécageux et par une protection contre le vent par la plantation des Cyprès et des haies vives. En 1845, un agrandissement a eu lieu de huit hectares environ par achat de plusieurs jardins avoisinant la Pépinière du Gouvernement.

En 1864, le célèbre botaniste MARTIN pouvait dire : la France possède en lui (le jardin d'essai) le plus beau jardin botanique des zones tempérées, le seul qu'elle puisse opposer aux jardins de Calcutta (Inde) et de Batavia (Indonésie) ». Ainsi, de 1842 à 1867, la surface passe de 23 à 58 hectares avec un dénombrement de 8214 espèces et variétés en 1867.

1.3. Période concession privée 1867-1913

Dès le 6 décembre 1867, le jardin d'essai fut une entreprise privée, concédée à la Compagnie Algérienne, est dirigée par Rivière pour s'efforça de concilier la mission du jardin sans recours aux subventions.

Durant cette période, les travaux d'acclimatation en Algérie préoccupèrent le Service Botanique ainsi le Gouvernement Général de l'Algérie confia en 1892 la direction au docteur TRABUT avec la mission de poursuivre l'étude d'amélioration des plantes économiques et enseigner leur valeur aux agriculteurs algériens (**Carra et guit, 1955**).

1.4. Période de retour à la gestion 1913-1946

Le 1er janvier 1913, la gestion du jardin d'essai fut dévolue au gouvernement général de l'Algérie par Décret du 5 juin 1914 qui spécifie l'œuvre à accomplir à savoir :

- Conserver au jardin d'essai son caractère de promenade publique, et même de l'augmenter selon un plan d'embellissement et de restauration ;

- En faire un centre de biologie végétale et un établissement utilitaire par la réunion, l'étude et la diffusion de toutes les espèces botaniques intéressantes;

- En faire un lieu d'enseignement.

Les trois points de ce vaste programme seront effectivement réalisés par les Directeurs qui se succéderont : MM. Castet, Bricet et Boyer.

Les travaux d'embellissement commencent dès 1914, à la suite d'un concours entre architectes, le projet de restauration présenté par M. Régnier et Guillon d'Alger est accepté. C'est à ce projet que le visiteur doit la perspective du jardin français qui s'étend du Musée des

Beaux-arts jusqu'à la rue Sadi-Carnot (actuellement rue H.Benbouali) en cinq plans successifs sur environ 500 m de long et 7 ha de superficie.

En 1918, l'école d'horticulture fut ouverte ayant pour but d'enseigner l'horticulture et permettre de former des spécialistes ayant complété leur instruction et acquis des formations professionnelles.

1.5. Période post indépendance

A nos jours, le jardin d'essai a regagné sa physionomie d'avant-guerre tout en conservant sa triple fonction en se spécialisant dans l'horticulture décorative.

Après le recouvrement de l'indépendance, le 5 juillet 1962, le Jardin Botanique du Hamma fut pris en charge par le *Centre Algérien de la Recherche Agronomique, Sociologique et Économique*, et par la suite en 1966, par l'*Institut National de la Recherche Agronomique* (I.N.R.A.) qui avait fait du jardin botanique une de ses stations de recherche dont les objectifs cadraient très peu avec la vocation originelle de cet espace.

En 1985, L'*Agence Nationale pour la Conservation de la Nature* (A.N.N.) pris le relais sous le nom de *Muséum National de la Nature* (M.N.N.) et c'est jusqu'en 2006 où le jardin est placé sous la tutelle de la Wilaya d'Alger.

En 1993, fermé au public, le jardin botanique du Hamma a bénéficié depuis la signature de l'accord de coopération et d'amitié entre la Mairie de Paris et la Wilaya d'Alger en 2006, de travaux de réaménagement et de modernisation de ses structures.

En 2009, l'aboutissement de ce parcours s'est concrétisé, lors de sa réouverture officielle au public. Depuis, plus de 900 000 personnes visitent le jardin botanique du Hamma chaque année, outre 15 000 enfants dans le cadre des programmes d'éducation à l'environnement dispensés par l'école d'éducation environnementale (**Index seminum, 2009**).

2. Présentation de jardin d'essai

2.1. Situation et présentation générale de jardin d'essai

Le jardin d'Essai du Hamma, est situé au fond de la baie d'Alger dans la partie Nord-Est dans le quartier du Hamma à Alger. Il s'étend en amphithéâtre, au pied du Musée National des beaux-arts d'Alger, de la rue Mohammed Belouizdad à la rue Hassiba Ben Bouali, et à l'Ouest par l'esplanade du Hamma avec l'hôtel Sofitel et la bibliothèque nationale sur une superficie de 32 hectares. Il est localisé à la latitude 36°43'Nord et à la longitude 03°05'Est, à une altitude qui varie de 10 à 100m (**Indexe seminum, 2009-2010**).

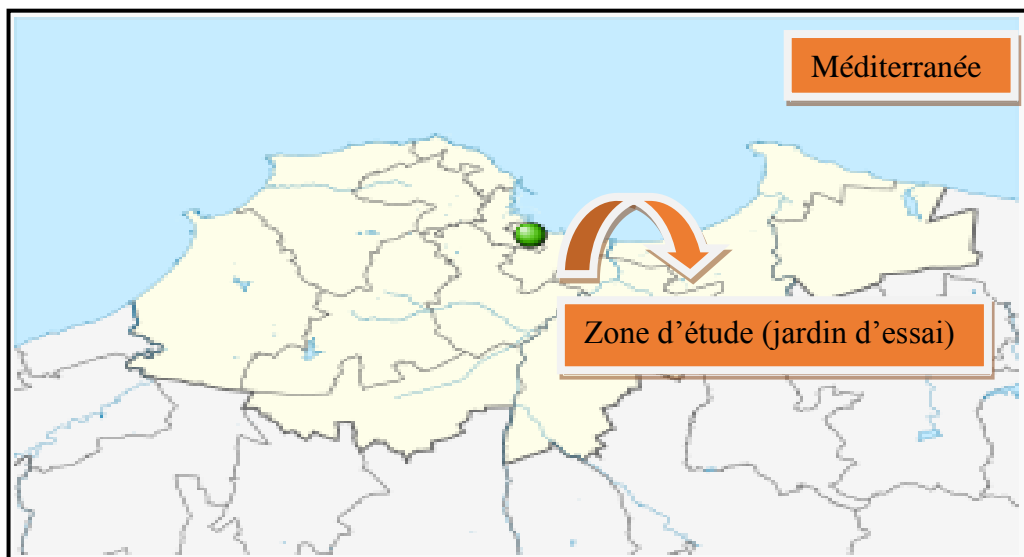


Figure 01 : Positionnement du jardin d'essai du Hamma sur la carte (Wilaya d'Alger).

Le jardin d'essai, est constitué de ce que suit:

- Les allées principales et secondaires ;
- Les carrées ;
- Les écoles d'Horticulture, Environnement ;
- Le jardin « anglais » ;
- Le jardin « français » ;
- Le jardin zoologique;
- Les serres.

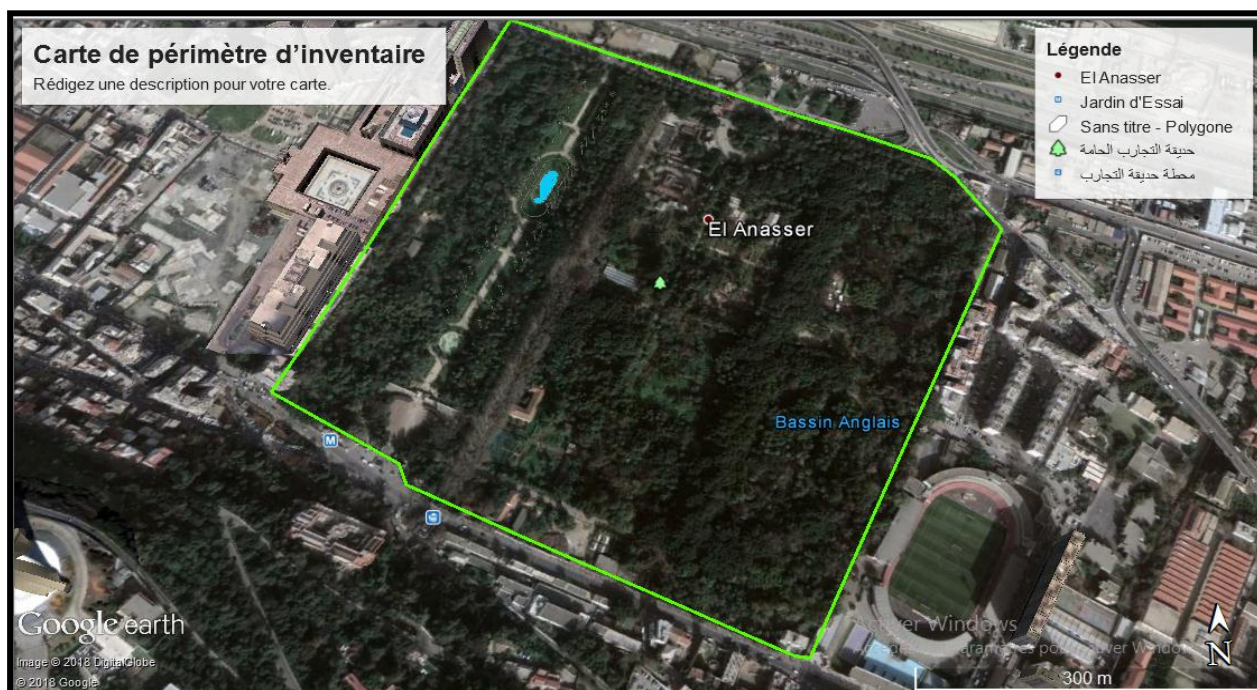


Figure 02: Carte de périmètre d'inventaire du jardin d'essai du Hamma (image du 06 juin 2018 prise par Google Earth).

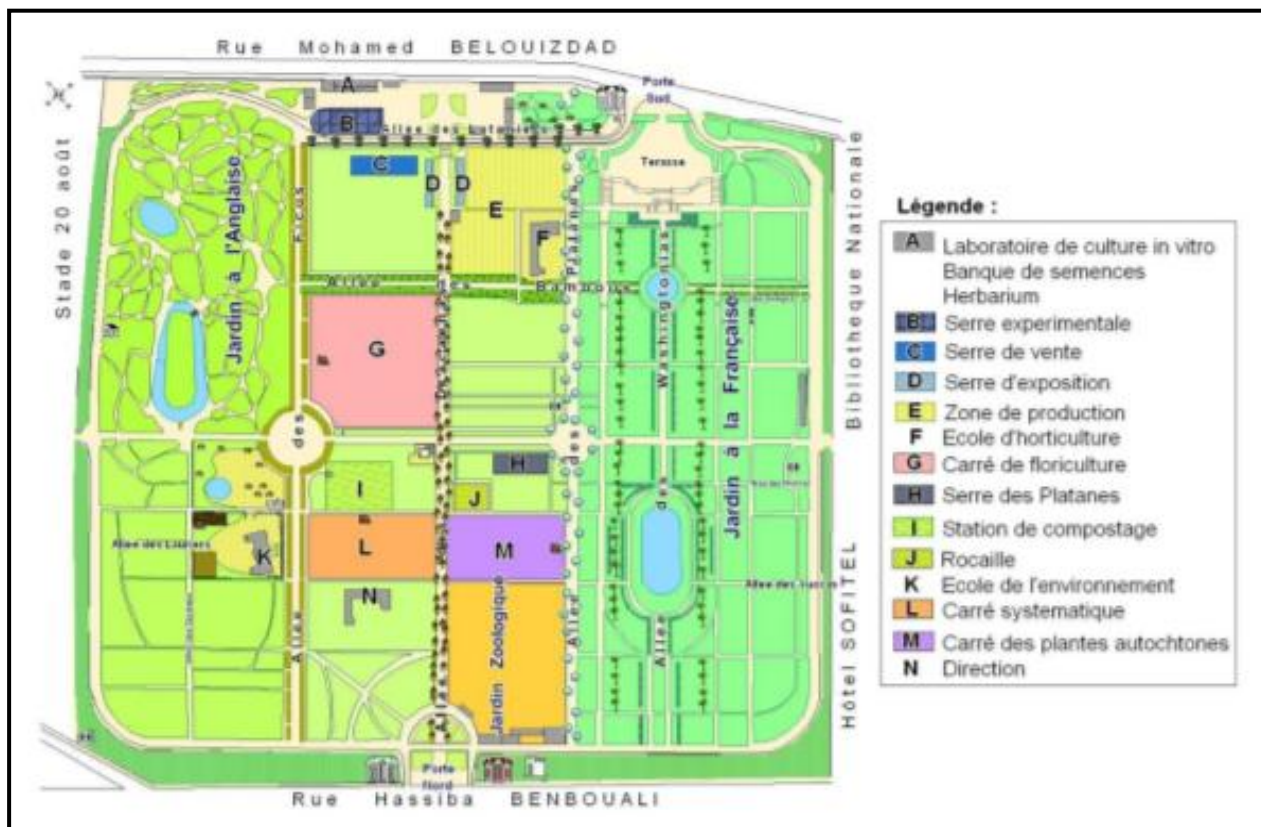


Figure 03: Plan du jardin d'Essai du Hamma d'Alger (**documentation du jardin**).

Le jardin d'Essai est un espace naturel conçu par des professionnels pour offrir à l'utilisateur un contraste évident avec la ville qui l'entoure (Alger).

Dès le XVIII^e siècle, apparaissent en Europe des jardins d'acclimatation des plantes exotiques, avant même que la révolution industrielle permette de suppléer aux orangeries et aux cloches par des châssis vitrés et des serres pour protéger les plantes de la chaleur du climat.

Sous les tropiques, les Européens constituent des réseaux de jardins d'introduction afin de mettre en valeur les régions dont ils avaient pris le contrôle (**Chaunet et delmas, 1995**).

Le jardin d'essai du Hamma est parmi les 1800 jardins botaniques existants dans le monde et qui jouent un rôle majeur dans les domaines scientifiques, éducatifs et horticoles.

Le jardin d'Essai dispose de deux principaux types de jardins ornementaux est les suivants :

2.1.1. Jardin anglais

Le jardin à l'anglaise qui simule le pittoresque d'un paysage naturel varié. Situé au Sud-Est du jardin d'Essai, est aménagé autour d'une pièce d'eau ombragée, bordée d'un grand arbre à lianes, qui aurait servi de décor au tournage du film de Tarzan en 1932 (**Figure 05**), (**Carra et guiet, 1955**).



Figure 04: Jardin à l'anglaise (Labza et Djafri, 2018).



Figure 05 : Arbre de Tarzo (Djafri et Labza, 2018).

Au détour d'une allée, on tombe nez à nez avec les sculptures d'Emile gaudissart (1872-1957). Tout autour, le boulevard avec sa belle avenue des Cocos, long les bureaux de l'Agence National pour la conservation de la Nature (ANN) qui crée en 1991, ex-Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) et le Parc d'Agriculture, a proximité un jardin japonais a été aménagé avec Canne à sucre cafiers et figuiers chinois.

Le jardin anglais est subdivisé en parcelles avec une numérotation alphabétique de A à M. Chaque parcelle est subdivisée en petites sous parcelles. Cependant, pour certaines sous

parcelles les limites ne sont pas plus apparentes comme représentées dans l'ancien plan du jardin d'Essai de 1941 et même que les limites ne correspondent pas à celles matérialisées dans le récent de 2008 réalisé par URBANIS.

Au niveau des parcelles du jardin anglais, le sous bois est très dense et constitué d'espèces envahissantes telles que l'Acanthe (*Acanthus mollis*) qui constitue au niveau de la majorité des parcelles un tapis uniforme. Il y a également abondance du lierre qui dans certaines parcelles, les arbres ne sont plus apparents et sont étouffés par cette espèce. Nous avons même observés des chutes de sujets de Yucca enroulés par le lierre au niveau de quelques parcelles .

Les parcelles sont très ombragées, certaines espèces sont mal venantes telles que les Cycas qui sont étouffées par le fort ombrage. Une forte proportion de feuilles mortes sur les arbres principalement les palmiers et faux bananiers. Il est à signalé également une importante densité des semis naturels.

2.1.2. Jardin français

Ou jardin à la française est un jardin organisé et régulier, qui impose sa symétrie à une nature domestiquée. Situé à l'ouest du jardin dont sa perspective ouvre sur la baie d'Alger, s'organise autour d'une allée centrale monumentale en terrasse, ornée de rangées de palmiers, allée de washingtonias et de plan d'eau (deux miroir d'eau). L'allée centrale est alignée dans l'axe du musée des beaux Arts, avec trois longues allées parallèles séparent le jardin français et le jardin anglais (**Figure 06**).



Figure 06 : jardin à la française (Labza et Djafri, 2018).

Le jardin d'Essai contient aussi :

- **Parc zoologique** : Créé en 1990 par M. d'Ange qui eut l'heureuse idée d'un parc zoologique en Algérie entre 1875 et 1911. Il faut le premier zoo à avoir vu le jour en Afrique du Nord. Commencé par une superficie d'environ un hectare, qu'il occupe à l'entrée nord du jardin d'Essai, il a d'installée des cages et volières agrémentées de rocailles et de faux bois rustiques (Carra p.1952).

Au début, il ne comportait en son sein qu'une paire d'autruche, un dromadaire, un sanglier et quelques signes. Actuellement, nous avons dénombré : dans des cages isolées et sécurisées habitaient les lions, les panthères, un ours, une hyène, un chacal, un guépard...etc.



Figure 07: Entrée du Parc zoologique (Djafri et Labza, 2018).

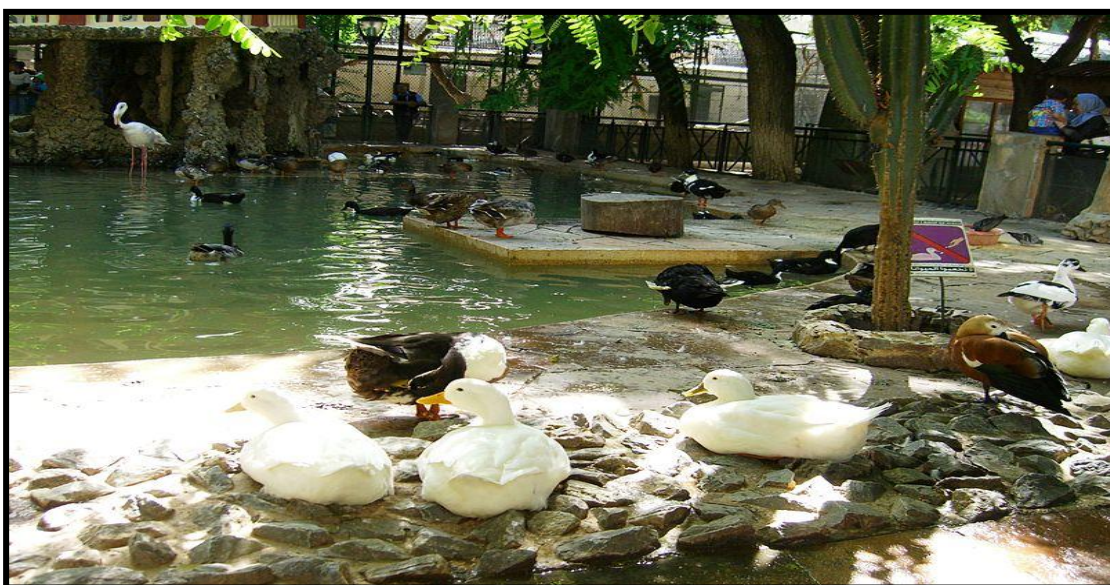


Figure 08: Bassin des palmipèdes.

- **Un centre d'apprentissage horticole** : Au 1918, fut construite l'école d'horticulture pour la formation et l'apprentissage aux techniques agricoles, et puis cette entité se transforme en école ménagère en 1940, endommagée durant le tremblement de terre de 2003 ;
- **Une salle d'exposition**, qui présente des productions en continu sur le développement durable, biodiversité en Algérie ;
- **Une station de transformation** des déchets verts en compost (parcelle de compostage);
- Une école d'environnement pour les enfants, unique en Algérie qui reçoit des centaines d'enfant par mois ;
- **07 serres de production végétale** (4 serres d'expérimentations, 02 serres d'exposition, 01 serre de vente) ;
- **Une banque de semences** ;
- **Un herbarium** ;
- **Un laboratoire de culture in vitro.**

2.2. Cadre biogéographique

Pour situer notre zone d'étude sur le plan biogéographique, il faut se référer aux subdivisions de **Maire en 1926** modifiée par **Quezel et santa (1962)** et **Barry et al., (1974)**. D'après les classifications de ces auteurs, le jardin d'essai se trouve dans les unités suivantes :

- ✓ Région méditerranéenne ;
- ✓ Sous région eu-méditerranéenne ;
- ✓ Domaine maghrébin méditerranéen ;
- ✓ Secteur algérois (A) ;
- ✓ Sous secteur littoral (A1).

2.3. Cadre physique

2.3.1. Reliefs

A l'origine, le jardin d'essai était un terrain marécageux, présentant une pente douce variant estimé entre 2% et 8% sur un long de 879 m sur l'ensemble du jardin suite aux aménagements et des travaux de drainage.



Figure 09 : Profile du terrain du jardin d'essai du Hamma (image du 25 janvier 2018 prise par Google Earth).

2.3.2. Pédologie

Selon l'étude réalisée par l'**I.N.R.A.** en **1965**, le sol du jardin d'Essai dans toute son étendue est profondément remanié. L'analyse granulométrique a fait apparaître un ensemble assez homogène, selon la classification française. Ce sont des sols bruns calcaires et parfois des sols peu évolués. Ces analyses ont été réalisées sur plusieurs profils pédologiques et dans différents carrés du jardin d'Essai (**Ecrement, 1966**).



Figure 10 : Sols bruns calcaires.

2.3.3. Ressources hydriques

La nappe phréatique de la Mitidja représente la source principale en eau pour la végétation du jardin ; elle alimente les 14 puits et révèle l'aspect marécageux du jardin. Ainsi, le réseau d'irrigation est fut alimenté par deux sources naturelles à savoir la source du Charchar et celles du bassin des procures.

Actuellement, d'après notre comptage, il existe huit puits dont cinq se trouve dans la partie sud et trois dans la partie nord, il est à signaler que le jardin d'Essai est alimenté par le

réseau urbain d'AEP (Assainissement en Eau Potable) à partir du château d'eau situé au niveau de la colline du bois des arcades au sud.

2.3.4. Caractéristiques écologiques

Le milieu physique du jardin est dans sa totalité artificielle, c'est-à-dire qu'il a subi plusieurs modifications dans le but de cultiver avec succès un plus grand nombre de plantes dans un espace limité à l'aide de soins et d'attention continuelle.

2.3.5. Végétations

Selon l'Agence Nationale pour la conservation de la Nature (ANN), le Jardin d'Essai a un aspect tropical dominé par sa végétation exotique (2500 espèces) qui est caractérisée par : des allées de ficus (*Ficus macrophylla*), les groupes de bombacacées, les cycadées, les palmiers, les musacées et une collection fort remarquable de Conifères (*Araucaria excelsa* , *Araucaria cookii*).

Claire janson-rosier dans son ouvrage « Ces maudits colons » en **1966** précise parmi les célèbres espèces introduites :

- La Chayotte (1845) importée du Mexique par Hardy ;
- Le sorgho vivace (1892) d'Italie par Trabut ;
- Le sapindus (1845) du Muséum de Paris par Hardy ;
- Les pruniers Japonais (1894) du Japon par Trabut ;
- La Washington-navel, la Valencia late, la Thomson-navel, le Satsuma, le Pomelo, toutes par Trabut ;
- Les amandiers Américains (1930) par Comblat de la Tunisie ;
- Le kaki (1894) du Japon par Trabut ;
- Le feijoa (1892) du Midi de la France par Trabut ;
- L'eucalyptus (1862) d'Australie par Trabut ;
- Arbres fruitiers exotiques : *Persea*, *Musa*, *Eugenia*, *Punica* ;
- Palmiers : *Chamaedorea*, *Chamaerops*, *Arecastrum*, *Phoenix*.

2.4. Cadre climatique

Le climat reste un facteur déterminant qui joue un rôle important sur la productivité biologique ainsi que sur la distribution de la faune et de la flore.

La situation topographique du jardin d'Essai confère un micro climat exceptionnel et unique dans l'Algérois. La proximité immédiate de la mer joue un rôle tampon des oscillations

thermiques, et la présence de la colline des arcades qui s'oppose au vent du sud (Sirocco), desséchant et brulant en été, et le courant chargé de froidures en hivers, font régner sur sa superficie un climat tempéré-chaud qui est peu différent de celui qui caractérise les zones côtières de l'Algérois (Sahel) où les températures maxima et minima sont très sensiblement adoucies.

La couverture végétale du jardin d'Essai du Hamma ajoute son action régulatrice où le thermomètre ne s'abaisse jamais au-dessous de 2°C et ne s'élève que très rarement dessus de 35°C.

Le climat méditerranéen, qui caractérise notre station d'étude, permet l'évolution des formations végétales. On le voit dans la richesse et la biodiversité des espèces végétales. Du point de vue écologique, deux séries de facteurs sont déterminantes pour cette richesse. Tous d'abord les critères bioclimatiques qui sont responsables du développement du patrimoine floristique ; Le second critère est l'impacte dextrement fort des activités humaines sur les écosystèmes forestiers, notamment sur les jardins et les parcs. Si l'action de l'homme, par son arrosage systématique du jardin, et son maintien de l'équilibre par les différentes méthodes de multiplication, n'était pas positive, ces facteurs auraient permis une régression évidente du capitale biologique.

Afin de caractériser notre zone d'étude sur le plan climatique, le choix de la station s'est porté sur la station Alger port (36°45' E, 3°4' N, 13m d'altitude) qui se trouve à un Kilomètre du jardin d'essai. La série d'observation utilisée est celle de **Seltzer (1946)**, qui s'étale sur 25 ans (de 1923-1938).

2.4.1. Pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour la végétation, donc la pluviométrie est la mesure de quantité d'eau tombée pour une période d'un mois et par nombre des jours.

La répartition des pluies mensuelles moyennes de la station d'Alger port démontre deux périodes ; une période pluvieuse s'étale du mois de novembre jusqu'à février, elle représente 344.1mm, soit une part de 60,4 %. Et correspond à la période hivernale. Bien que la période la plus sèche de l'année se situe entre le mois de juin et août, avec un total de 16.4mm soit 2,87% du total de l'année, ce qui représente la période estivale.

Les données font ressortir l'hiver comme étant la saison la plus pluvieuse avec 246 mm, suivi par l'automne avec 180 mm nous constatons que le régime saisonnier est de type H.P.A.E (H : Hiver, A : automne, P : printemps, E : été).

2.4.2. Températures

Pour installer une plante dans une région donnée, on se base essentiellement sur les chaleurs de la température maximale et minimale qui impose des conditions externes sur la végétation, la température est un facteur climatique écologique indispensable et fondamental pour la vie du végétal.

Selon les moyennes mensuelles, deux périodes peuvent être distinguées : La première allant du mois de novembre au mois de mai, plutôt fraîche. La deuxième, allant du mois de juin au mois d'octobre, plutôt chaude avec bien entendu un pic en juillet-août.

Les mois de mai et d'octobre représentent respectivement des phases de transition ; de la période humide à la période sèche et de la période sèche à la période humide.

2.4.3. Amplitude thermique

L'amplitude thermique (Tmax-Tmin) correspond à la différence de la moyenne de température maximale du mois le plus chaud et la moyenne de température du mois le plus froid en degré Celsius. Cette amplitude thermique est de 18,4°C.

2.5. Cadre bioclimatique

L'établissement d'une synthèse des facteurs climatiques à savoir la « pluviométrie » et la « température » fait appel à l'étude des deux paramètres suivants : Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et le quotient pluviothermique d'Emberger.

2.5.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

La région du Hamma présente une période sèche varie de 4 à 5 mois, elle commence au mi de mai, et se termine à la fin de septembre.

2.5.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER

Le quotient pluviothermique **d'Emberger (1955)** est applicable uniquement au climat méditerranéen. Il a pour objet de donner une mesure représentative de la disponibilité hydrique réelle pour la végétation dans une région donnée

Il a pour expression $Q_2 = 3.14P / M - m$

Avec P : la Pluviométrie annuelle (569,7mm)

M : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (28°C)

m : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (13,5°C)

Ce paramètre de cette étude nous permet de situer la région du Hamma sur le climagramme d'EMBERGER et de constater qu'elle se localise dans l'étage bioclimatique Sub humide chaud ($Q_2=134,76$) (Agumya et imbula, 2013).

Le climagramme et quotient pluviométrique ci-dessous montrent l'étage bioclimatique de la station d'étude :

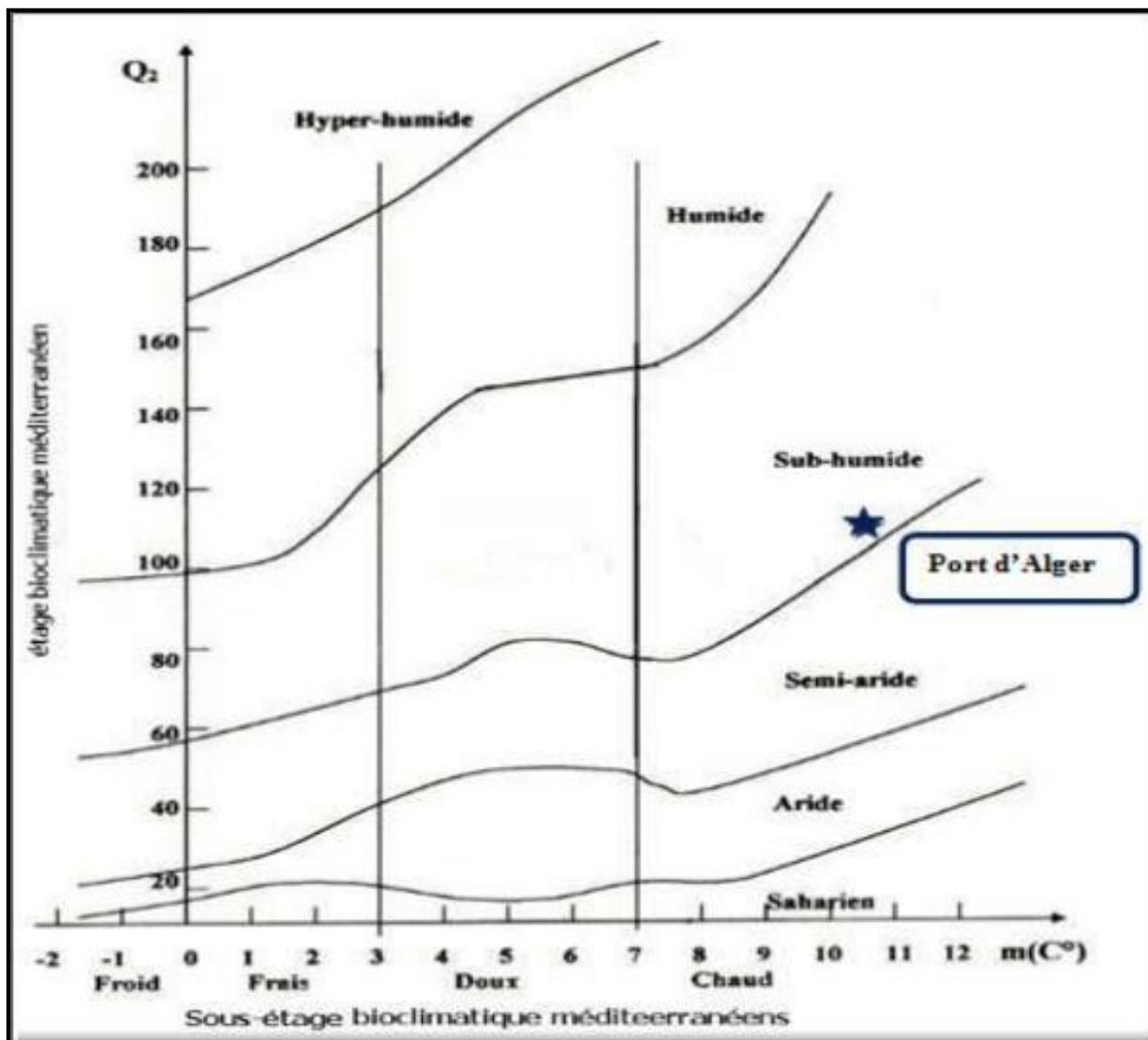


Figure 11: Position de la station Alger Port sur le climagramme pluviométrique d'Emberger.

3. Récréation au jardin d'Essai du Hamma

Le jardin d'Essai du Hamma a retrouvé enfin sa vocation initiale, désormais, il n'est plus le lieu de prédilection des marginaux de tous acabits et autres délinquants, qui s'adonnaient, dans un passé récent, à la consommation d'alcool, de drogue et à la prostitution, dans les entrailles mêmes de cet espace féérique. Il redevient un lieu de détente et de convivialité par excellence. Le visiteur aujourd'hui est face à un endroit digne des « cours royales ».

Chapitre II : Généralité sur le SIG

1. Introduction

La collecte de l'information sur les propriétés du milieu a toujours été l'une des intérêts majeurs des environmentalistes. Cependant, les données spatiales ont, de tout temps, été collectées et éditées sous forme de cartes topographiques qui décrivent les objets de façon générale. De ce fait, ces cartes présentent beaucoup d'inconvénients dont :

- La difficulté d'extraire de ces cartes l'information exacte que l'on souhaite ;
- Le nombre limité d'information qu'elles comportent, vu l'échelle finale ;
- L'aspect purement qualitatif de ces cartes.

Avec la naissance des «cerveaux électrique». Les besoins en information (géo) graphiques s'expriment de plus en plus sous forme de «carte jetables», c'est-à-dire des documents utilisables immédiatement, qui apportent la juste information, parfaitement à jour et adaptée à un objectif particulier.

Pour tenter de répondre à ces exigences, il est nécessaire de disposer d'un outil d'analyse spatiale efficace : un système d'information géographique (SIG).

Ainsi dans les années soixante est né le concept des SIG, utilisant des données de détecteurs à distance, offrant des avantages considérables pour la reconnaissance, la cartographie et la gestion de l'espace en semi-détail. (**Gaouas, 1995**).

2. Système d'information géographique (SIG)

2.1. Définitions du SIG

On peut définir d'une manière simple un SIG comme un système informatique de traitement d'information localisée. En effet toutes les définitions convergent vers un même objectif. La possibilité de numériser l'information géographique et d'en confier la gestion à l'ordinateur :

- Pour la société française de photogrammétrie et de la télédétection (**Didon, 1990**), Le SIG est un « système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter les informations localisées géographiquement contribuant ainsi à la gestion de l'espace ».
- Le SIG est un système informatique de gestion et de traitement de l'information localisée géographiquement. Le même auteur stipule que le SIG, au sens large, comprend aussi bien les

données numériques que les logiciels qui les manipulent, alors qu'au sens restreint, il comprend les seuls outils (**Didon, 1990**).

- Pour Bernard (**Didon,1990**) les SIG sont des systèmes de traitement d'informations localisées dont les principales permettent de saisir, de stocker, de mettre à jour, analyser et de restituer des informations géographiques et les données sémantiques qui leur sont associées.

2.2. Composantes d'un SIG

Les SIG sont le fruit de l'association de logiciels de bases de données et d'opérateurs qualifiés. Ainsi, tout SIG comprend :

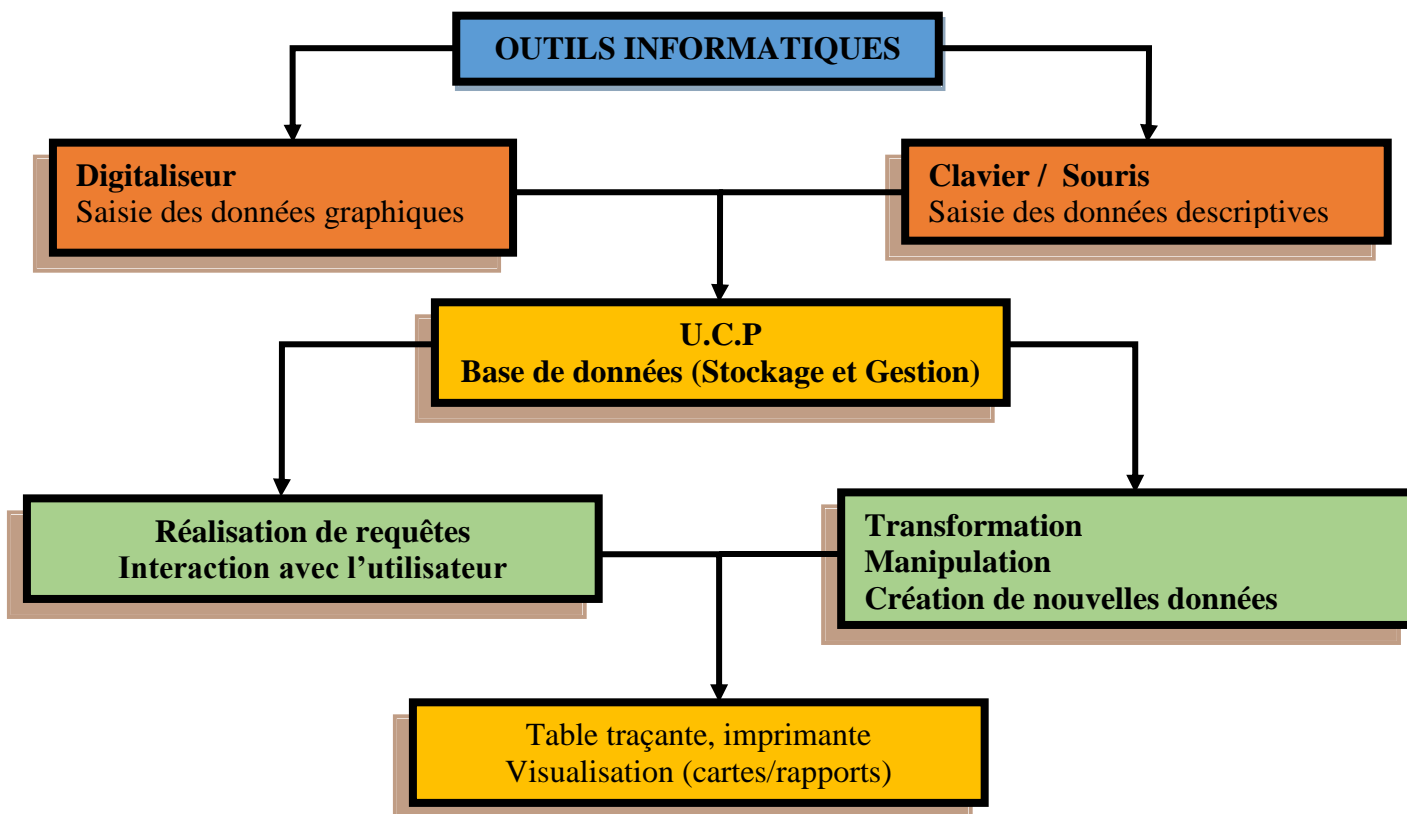


Figure 12: Composants matériels d'un SIG et leurs fonctions

2.3. Rôles du SIG dans les études environnementales

Les applications environnementales ont longtemps constitué la base de SIG, beaucoup des premières applications ont été principalement concernées par les questions d'inventaire et de mesure, mais à partir des années 1980 une importance beaucoup plus grande a été donnée à l'analyse statistique et la modélisation (**Lovett et al., 2008**).

Les SIG sont largement utilisés dans les tâches environnementales suivantes:

- Le choix des parcelles représentatives d'échantillonnages, ou schéma d'exploitation, par exemple, le relief, la nature des sols et la végétation constituent souvent la base de données

utilisés pour définir où les parcelles d'étude seront faites pour obtenir une représentation de la biodiversité dans un lieu donné;

- l'élaboration des plans d'interventions et d'exploitations (domaine forestier).
- La comparaison des indicateurs environnemental : la plupart des applications basées sur ces méthodes visent à constater des corrélations entre plusieurs variables environnementaux comme : la végétation et les changements d'utilisation des terres, les effets de la faune sur la végétation (**Johnston et al., 1993**).
- Simulation et modélisation des impacts et des changements environnementaux sur la biodiversité.

2.4. Logiciel d'application SIG

Basé sur un système d'exploitation, complétée par des outils de programmation et de normes supplémentaires, différents fournisseurs (ESRI, Intergraph, Siemens...etc.) ont développé des logiciels SIG. Ils ont un grand nombre d'éléments en commun:

- Translation, rotation et changement d'échelle dans les deux dimensions de l'écran ;
- La création et correction de polygones ;
- Conversion vecteur raster (pour affichage des informations vectorielles) ;
- Conversion Raster Vector ;
- Superposition des couches de données ;
- Génération de zone buffer pour les points, lignes et surfaces ;
- Le comptage de points dans les zones ;
- Mesure des distances et des zones ;
- Interpolation ;
- Fonctions de modélisation ;
- L'analyse de réseau ;
- Génération des symboles et des textes (**Gottfried, 2003**).

Tous les packages SIG ont la capacité de produire des cartes de haute qualité (thématiques ou topographiques) à partir des données stockées dans le système. Les Ensembles de données telles que les cartes topographiques, photographies aériennes, imagerie satellitaire et bases des données complexes peuvent être combinés et visualisés simultanément, les barres d'échelle et la légende peuvent être générées et placées sur la carte par l'utilisateur (**Peter et Martin, 2003**).

Quelques logiciels SIG et leur mode de représentation sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 01 : quelques logiciels du SIG

Logiciels	Mode de représentation
Arc/info	Vecteur
ARGIS 46E	Vecteur
GEOCITY	Modulaire
GRASS	Raster
IDRISSI	Raster
ILWIS	Raster

2.5. Développeurs des SIG

Les premiers promoteurs et développeurs du SIG venus de la recherche urbaine (Horwood), de planification (McHarg), gestion des ressources naturelles (Tomlinson), et analyse (Fisher), sous la direction de Fisher, le laboratoire de Harvard de « Computer Graphics » est devenu l'un des endroits clés pour le développement des premières applications SIG, le programme SYMAP, édité par Howard T. Fisher en 1963 a été suivi par deux systèmes raster, GRID et IMGRID, et un SIG vecteur Odessey (Sinton et teinitz 1969; Sinton 1977; Morehouse et Broekhuysen 1981) (Harvey, 2008).

2.6. Données liées aux SIGs

2.6.1. Données raster

La structure des données raster est une abstraction du monde réel où les données spatiales sont divisées de manière régulière en ligne et en colonne, à chaque valeur ligne/colonne (pixel) est associées une ou plusieurs valeurs décrivant les d'opérations spatiales telle que la superposition, le calcul de superficie, ou la modélisation de simulation (Skidmore, 2002).caractéristiques de l'espace, La discontinuée du modèle de données raster lui qualifié pour certains types

2.6.2. Données vectorielles

La structure de données vecteur est une abstraction du monde réel où les données de position sont représentées sous forme de coordonnées, dans les données vectorielles, les unités de base des informations spatiales sont des points, lignes et polygones, Chacune de ces unités est composées simplement comme une série d'un ou de plusieurs points de coordonnées, par exemple : une ligne est une collection de points connexes, un polygone est un ensemble de lignes connexes. Les points sont couramment utilisés pour représenter les enregistrements individuels,

bien que les polygones sont utilisés pour représenter les distributions d'espèces la végétation et les unités environnementaux (**Skidmore, 2002**).

Avantages du format vecteur :

- ❖ bonne représentation du paysage cartographié ;
- ❖ meilleure précision car les entités sont représentées par des coordonnées exactes dans l'espace et n'ont pas par leurs emplacements généralisés à un pixel (**Alias et al., 2008**) ;
- ❖ bonne apparence graphiques ;
- ❖ possibilité de généralisation (zoom) sans déformation (**Lusch, 1999**).

2.7. Fonctionnalités de base des SIGs

La gamme de fonctionnalités couramment associés à des SIG en tant que technologie est :

2.7.1. Saisie de données : Les fonctions de saisie de données sont étroitement liées aux disciplines de la photogrammétrie, la télédétection, la télédétection en particulier, est le domaine qui offre des photographies et des images à partir duquel on obtient des séries de données (**De By et al., 2000**).

2.7.2. Transformation : Cela comprend un certain nombre de processus clés parmi lesquels : la transformation vecteurs-raster et vice versa, la transformation du système de coordonnées et de la projection des cartes, et le reclassement des attributs (**Verbyla, 2002**).

2.7.3. Stockage de données : Dans la plupart des systèmes de traitement disponibles, les données sont organisées en couches selon les différentes catégories thématiques, par exemple : formation végétale, hydrologie et toponymie, la superposition de ces couches doit refléter les phénomènes et leurs relations aussi proches que possible de ce qui existe dans la réalité (**De By et al., 2000**).

2.7.4. L'analyse spatiale : Une des principales fonctions d'un système d'information géographique (SIG) est l'analyse spatiale, c'est-à-dire la description statistique ou bien l'explication soit de localisation ou des informations attributs (**Fotheringham et al., 1994**).

2.7.5. Visualisation : Le SIG est un support technique permettant une bonne visualisation des données spatiales (**Benguerai et al., 2009**), Cette fonction du SIG est étroitement liée aux disciplines de la cartographie, l'imprimerie et l'édition, (**Rolf A. de By et al., 2000**).

3. Cartographie

3.1. Définition

La cartographie est une forme de communication et peut être vue comme une forme de langage spatial pour décrire les emplacements, discuter les lieux et interpréter les arrangements bidimensionnels des fonctionnalités (**Van Beurden, 1998**), elle a été également définie comme «la production y compris la conception, la compilation, la construction, la projection, la reproduction, l'utilisation et la distribution des cartes » (**Tyner, 2010**), la cartographie de nos jours principalement menée en Systèmes d'Information Géographique (**Anne Ruas, 2011**).

3.2. Types de cartes : il y a deux types de cartes :

- **Carte topographique** : Ces cartes sont un outil de référence, montrant les contours d'une sélection de caractéristiques naturelles et artificielles de la Terre, agit souvent comme un cadre pour d'autres informations.
- **Carte thématique** : Ces cartes sont un outil pour communiquer des concepts géographiques tels que la distribution des espèces forestières (**Ansari et al, 2008**), les cartes thématiques sont importantes en matière du SIG, ils nous permettent choisir les combinaisons de couches, les intervalles de classe, les couleurs, les motifs et les symboles.) (**Brimicombe, 2010**).

L'objet des cartes thématiques est de donner sur un fond repère, à l'aide de symboles qualitatifs, une représentation conventionnelle des phénomènes localisables de toute nature, et de leurs corrélations (JOLY, 1976).

Les cartes thématiques s'attachent en générale à la représentation d'une série de données relatives à un seul champ disciplinaire : population, agriculture, tourisme, climat, etc.

Les cartes se développent à l'heure actuelle de manière extraordinaire.

3.3. Compositions de la carte

La carte comporte une surface utile et un habillage :

- ❖ La surface utile : c'est où est représenté l'image carte
- ❖ L'habillage : comporte :
 - **Titre**: fournit une description simple de la carte, il est très important car il est généralement la première chose à regarder sur une carte. Il doit être court, mais donne au lecteur une première idée de ce que la carte représente.
 - **Légende** : c'est un élément standard dans la plupart des configurations. Il donne la signification des symboles et des couleurs utilisées dans la carte (**Peterson, 2009**).

-
- **Échelle** : montre la relation entre les mesures de distance sur la carte et la distance au sol réelle. Les Barres d'échelle sont les plus courants et pratique. Les valeurs sont indiquées en unités de carte (mètres, pieds ou en degrés).
 - **Toponymie** : c'est le nom des lieux, ou le nom des détails impératifs pour une bonne lecture de la carte.
 - **Orientation** : c'est une figure montrant les principales directions (Nord, Sud, Est et Ouest) Sur une carte, elle est utilisée pour aider les gens à s'orienter eux-mêmes quand ils utilisent la carte.
 - **Cadre**: Le cadre de la carte est une ligne qui définit exactement les bords de la zone indiquée sur la carte.
 - **Date** : indique quand la carte a été produite et la date de recueillement des données.
 - **Carroyage** : un réseau des parallèles de latitude et des méridiens de longitude tracés sur carte à fin de facilite le repérage sur terrain.
 - **Cartouche** : contient le nom de l'institution, le groupe ou l'individu responsable de la réalisation de la carte. (C.D.S.P.I., 2009).

4. Notion de la carte dans les SIGs

Ici nous utilisons le terme cartographie pour décrire le produit numérique ou analogique d'un SIG qui affiche des informations géographiques à l'aide d'un support cartographique. La carte dans les SIG est le résultat final d'une série d'étapes de traitement de données SIG en commençant par la collecte des données, l'enregistrement, la maintenance, l'analyse et terminant avec une carte, Chacune de ces activités successives transforme une base de données d'informations géographiques jusqu'à ce qu'elle soit dans la forme appropriée à l'affichage sur une technologie donnée (Longley et al., 2004).

5. ArcGIS est une infrastructure pour créer des cartes

On peut considérer le système ArcGIS comme une infrastructure rendant les cartes et les informations géographiques disponibles dans une division, dans toute l'entreprise, entre les plusieurs organisations et communautés d'utilisateurs et sur le web pour que tout le monde y accède.

Cela permet aux gens de non seulement voir les résultats du projet, mais également de combiner ces données à d'autres données disponibles pour créer des cartes supplémentaires qui permettent d'utiliser vos informations géographiques de nouvelles façons.

ArcGIS nous permet de :

1. Créer, partager et utiliser des cartes intelligentes



Figure 13 : Cartes intelligentes (Esri).

2. Rassemblons les informations géographiques dans le cadre des interventions à la suite de la marée noire de Mississippi Canyon 252 (Deepwater Horizon / BP) et associe l'imagerie IKONOS d'ArcGIS Online, le transport, les ressources naturelles et les limites.



Figure 14: Carte détaillée réalisée par l'équipe de la U.S. Fish et Wildlife (Esri).

3. Créer et gérer des bases de données géographiques
4. Résoudre des problèmes avec l'analyse spatiale

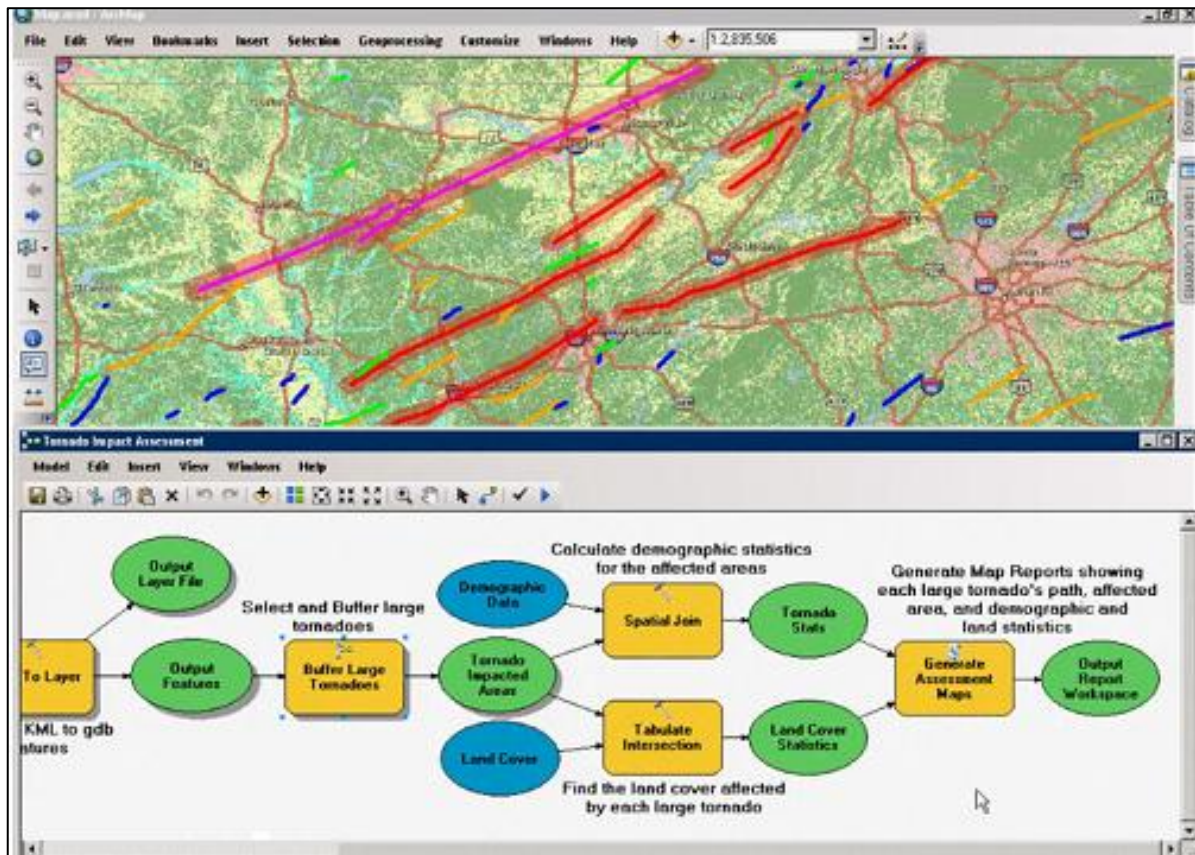
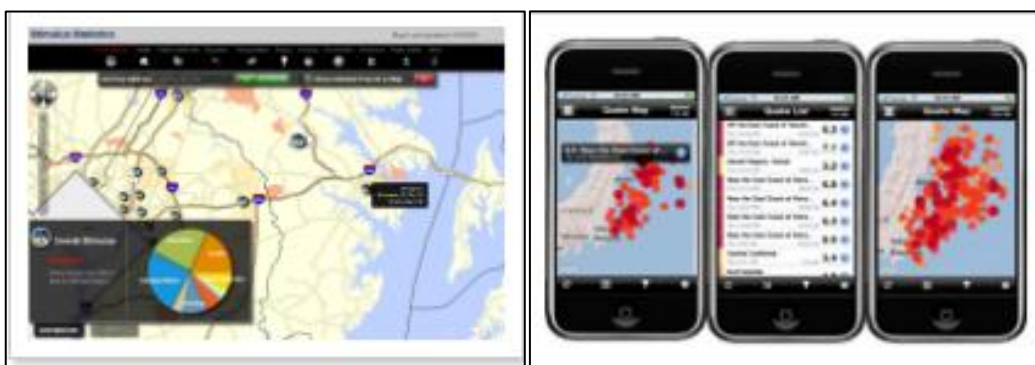


Figure 15 : « ArcGIS for Desktop » affiche un modèle utilisé pour déterminer l'impact probable de tornades et les résultats de l'exécution de ce modèle.

5. Créer des applications basées sur la carte



Application iGeology gratuite pour les Smartphones et les tablettes qui permettent de prendre une carte géologique de la Grande-Bretagne.

Application iOS, de QuakeFeed, affiche des informations sur les séismes récents.

6. Communiquer et partager des informations grâce à la puissance de la géographie et de la visualisation.

Chapitre III. Méthodologie de travail

1. Objectif de travail

Le présent travail a pour objectif la connaissance de l'état du patrimoine végétal du jardin d'essai du Hamma par l'inventaire qui couvre la superficie du jardin d'Essai du Hamma (jardin anglais), et cela essentiellement pour déterminer l'état actuel des parcelles par rapport à son état précédent telle que : la disparition ou l'apparition des espèces. Aussi comme objectif, notre travail consiste en la localisation des espèces à l'aide de l'outil de GPS et le système d'information géographique (SIG) par le logiciel d'ArcGIS.

Le jardin d'essai composé les parcelles 04, 05, 06, 11, 12, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 28, 32, 36, 41 et la partie alphabet du jardin anglais. Nous avons choisi les parcelles : 04, 05, 06,11, 12, 18, 23, 24, 36 et 41.

2. Logiciels utilisés

2.1. Outils d'analyse

2.1.1. Logiciel ArcGIS (Version 10.3)

L'utilisation d'ArcGIS est très utile pour la réalisation de la cartographie, on peut résumer les principales caractéristiques de ce logiciel comme suit :

- Opérations de superposition des couches thématiques ;
- Traitement statistiques ;
- Echange de données avec les autres SIG (Mapinfo, ERDAS, ENVI...etc.) ;
- Type de sortie : représentation cartographique, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques etc. ;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles cartographiques, de trames et légendes modifiables de façon interactive ;
- Efficacité dans la gestion des bases de données ;
- Le système est disponible partout au moyen de navigateurs Web, d'appareils mobiles tels que des Smartphones et d'ordinateurs de bureau ;
- Langage de requête qui permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques.

2.1.2. Programme Google Earth

Google Earth est un outil de cartographie basé sur le Web, décrit une représentation visuelle précise de la surface de la terre entière en utilisant les images satellites, photographies aériennes, et des données SIGs.

2.2. Outils de prospection

2.2.1. GPS (Global Positioning System)



Figure 16 : GPS (outil de prospection).

GPS nom acronyme pour : Système de positionnement à échelle mondiale (Global Positioning System). C'est un réseau de satellites qui émettent en permanence des informations codés. Ces informations permettent d'identifier précisément les positions géographiques sur terre, en mesurant la distance depuis les satellites.

Le but principal d'un GPS est de déterminer la position tridimensionnelle (altitude, latitude et longitude) de manière continue et instantanée. Pour notre cas, le GPS a été utilisé pour déterminer le positionnement des différentes espèces afin de faire une cartographie spéciale du Jardin au style anglais.

Le pointage GPS est idéal du fait de son haut niveau de précision, notamment dans les secteurs où le repérage sur carte est difficile. Il est également plus facile, plus rapide et plus sûr à intégrer informatiquement. La surface du relevé sera consignée sur le bordereau d'inventaire.

Il est cependant souvent utile de l'accompagner d'une représentation cartographique sur un fond de carte où l'on pourra dessiner précisément l'aire du relevé, les zones prospectées et les chemins d'accès.

Le système de projection adopté est le système classique WGS _84_UTM_Zone_31S. Il est recommandé de noter les coordonnées au format latitude/longitude.

2.2.2. Smartphone / Laptop

Nous avons utilisé un Smartphone pour photographier les différentes espèces, et des laptop pour le stockage et gestion des données.

3. Acquisition et traitement des données

3.1. Documentations

Cette étape constitue une phase importante dans la réalisation de ce travail, elle s'est reposée sur la collecte et la synthèse d'informations provenant de sources différentes : Documents du jardin d'Essai du Hamma ; Des mémoires ; Des livres ; Des revues ; Ancien plans du Jardin d'Essai et de celui réalisé en 2008 par URBANIS ; Bibliothèque d'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (E.N.S.A).

3.2. Collecte de données

Pour la reconnaissance et la validation des résultats, plusieurs sorties sur terrain ont été effectuées. Elles avaient pour but de :

- localisation géographique des espèces sur terre ;
- Reconnaître et définir les différentes espèces remarquables existantes,
- Délimitation des parcelles;
- Reconnaître l'état général (dégradé ou non dégradé).

3.2.1. Carte

Nous avons répertorié une carte à moyen et petit échelle (1/6000)

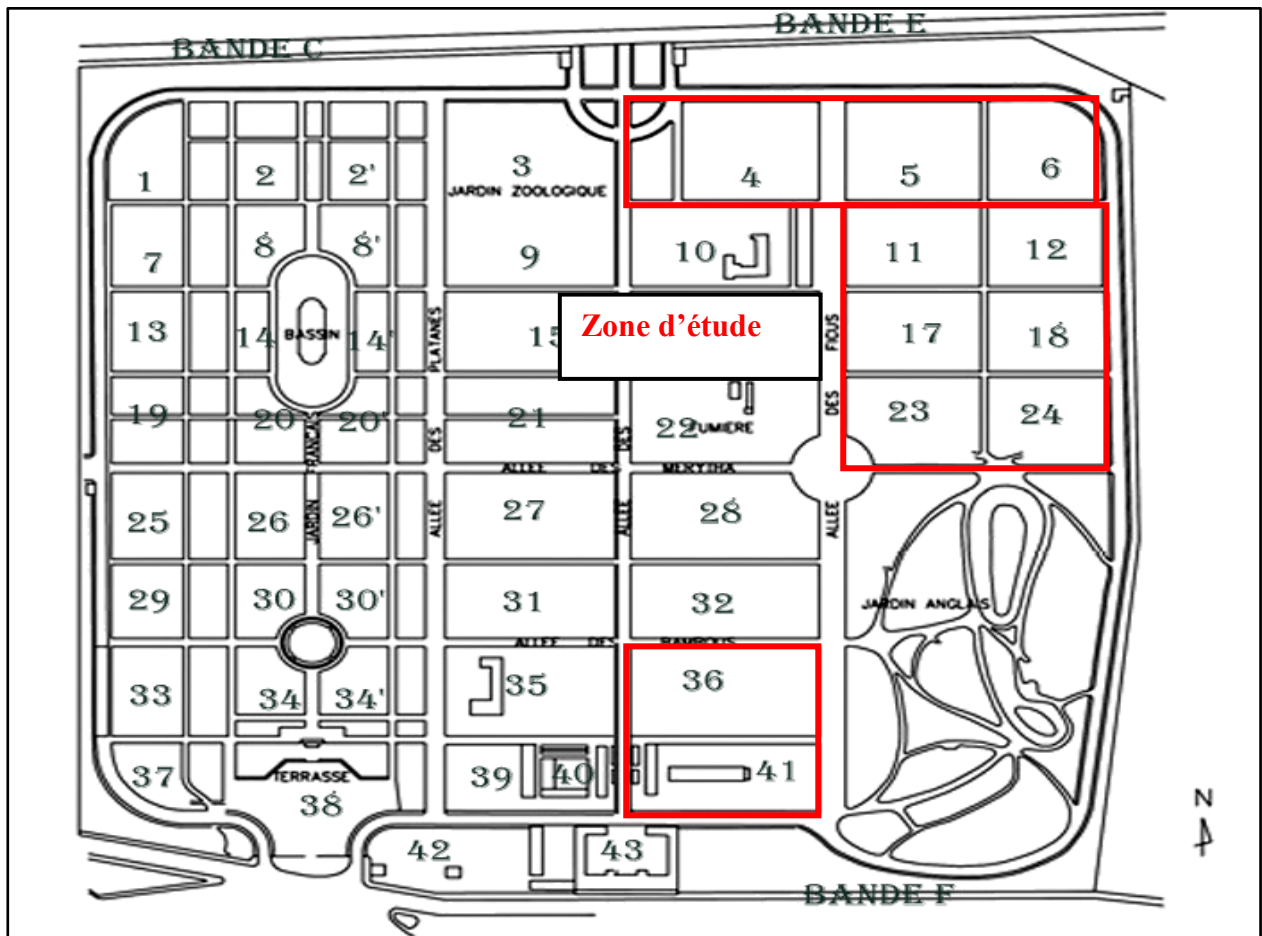


Figure 17 : Carte numérotée du jardin d'essai du Hamma (2008).

4. Approche suivie

L'approche est basée sur la localisation et l'identification des espèces, à travers de nombreuses sorties effectuées au jardin afin de recueillir les données des différentes situations existantes pour construire une base de données exhaustive, permettant une compréhension profonde de la flore existante dans l'espace vert du jardin d'Essai du Hamma (jardin anglais).

4.1. Délimitation de la zone d'étude

La limite de territoire du jardin au style anglais.



Figure 18 : Carte de périmètre d’inventaire du Jardin au style anglais (image du 06 juin 2018 prise par Google Earth).

4.2. Prospection de terrain

La phase de relevé floristique proprement dite à débiter le 20-02-2018 jusqu’au 27-05-2018. On a utilisé l’inventaire qui a été réalisé par l’équipe technique du jardin d’essai afin de réaliser des relevés floristiques de toutes les espèces présentes sur la placette et leurs effectifs.

Un relevé a été effectué parcelle par parcelle du jardin anglais, ainsi à chaque changement physiognomique de la végétation. Par conséquent, 10 parcelles ont été délimitées.

4.3. Echantillonnage par la méthode systématique

Dans ce type d’échantillonnage, les placeaux d’inventaire sont disposés à intervalles réguliers dans la végétation suivant une direction rigide telle que chaque placeau est lié à ses voisins et la sélection d’un placeau donné entraîne systématiquement le choix des autres. Ce type d’échantillonnage est largement utilisé dans les inventaires forestiers nationaux.

L’avantage principal de ce type d’échantillonnage est qu’il est plus facile à réaliser sur le terrain, du fait que l’échantillon est réparti de façon égale sur toute la superficie. Comme inconvénients, le calcul de l’erreur d’échantillonnage peut être biaisé si l’on n’y prête pas attention. De même, la moyenne peut être aussi biaisée, notamment dans les cas où il existe une auto-corrélation entre points de sondage (ici des placeaux) géographiquement/spatialement très

proches. C'est un échantillonnage souvent recommandé dans les inventaires forestiers à grande échelle comme les inventaires forestiers nationaux.

4.4. Détermination et nomenclature des espèces

Une fois les individus de chaque espèce positionnés, on est passé à la nomenclature. Celle-ci était possible ; grâce aux techniciens et des ingénieurs (**SEGUNI hacen, DJENNAS Karim et BOUABBECHÉ Abdelouahab**) qui basé dans l'identification des espèces sur QUEZEL et SANTA (1962-1963), du jardin et aux différents travaux d'inventaires réalisés **Carra et Gueit, 1995 ; Auge et al 1993 ; 1996 ; Bouakline et Oureski, 1998 ; Foudi, 1997 ; Ait-idir et Elheit, 2002.**

4.5. Inventaire de la flore

L'inventaire pied par pied semble aussi simple et rigoureux. Il en réalité complexe, car il peut comporter de nombreuses sources d'erreur (**Duplat et Perrote, 1981**).

Dans notre cas, une aperçue un échantillon où les répétitions qui peuvent être sources d'erreurs ; c'est pourquoi, il est difficile de réaliser un inventaire rapide ; celui-ci doit se faire parcelle par parcelle et répété aux besoins autant de fois.

Nous avons recensé trois types d'erreur :

- Un aperçue un échantillon ;
- Erreur de reconnaissance des espèces ;
- Erreur dans l'estimation des distances entre les arbres.

La réalisation d'un SIG pour la gestion du jardin anglais nécessitait une précision absolue, l'inventaire est donc extrêmement fastidieux. C'est pourquoi les parcelles ont été réinventoriées quatre à cinq fois quand ce la est nécessaire, et il a été comptabilisé un total de 1257 arbres.

Il faut savoir que pour réaliser ce travail, il est nécessaire de disposer de cartes topographiques, d'un plan du jardin et d'une couverture aérienne.

Cette dernière a été pratiquement impossible à utiliser car les houppiers formaient un seul bloc et il n'était pas possible de distinguer les arbres.

Par ailleurs les cartes topographiques sont indisponibles pour l'agglomération d'Alger.

Nous avons essayé à l'aide d'un GPS de positionner les arbres pied par pied, cette méthode s'avéra inefficace du fait de la faible perception du signal satellitaire car les couronnes faisaient écran d'une part et d'autre part notre appareil est d'une précision insuffisante pour la

réalisation d'une carte à grande échelle et vue que plus contrainte sur le terrain tels que les parcelles sont très ombragés qui empêcher le passage de signal satellitaire.

La seule solution qui restait était de faire un cheminement sur chaque parcelle et de positionner chaque pied d'arbre par rapport à l'autre.

Avant de commencer le travail d'inventaire, nous avons préalablement procédé à une reconnaissance générale du jardin.

La difficulté majeure résidait dans l'indisponibilité d'un fonds de carte fiable.

Il fallait donc préalablement repérer les parcelles une à une.

L'ancien fond de carte de **Burgart en 1943** ne correspondait plus à la réalité du terrain ; bon nombre de parcelles ont fusionnées ou disparues sous l'effet du piétinement et du manque d'entretien,

Une fois, cette difficulté surmontée nous avons procédé à l'inventaire.

Les points sont reportés sur une carte réalisée par un URBANIS datant de 2008 (aucun support récent n'est disponible).

L'espacement entre les arbres et soigneusement noté pour donner une représentation fidèle de la disposition des arbres les uns par rapport aux autres sur le terrain.

Enfin, pour chaque arbre, est noté sa famille, son genre, et son espèce.

Ces informations sont complétées par des documents bibliographiques.

Nous avons recensé ainsi et comme nous l'avons précisé auparavant 1257 pieds d'arbres et parcouru point par point une surface de 4,220999 ha.

5. Structure de la base de données

5.1. Définition des bases de données

Une base de données est un ensemble de données stockées dans un format structuré en utilisant un ordinateur. Une base de données peut être considérée comme un tableau (**Harvey, 2008**).

5.2. Base de données relationnelle

Est un stock d'informations décomposées et organisées dans des matrices appelées relations ou tables, dans le modèle de données relationnelles, une base de données est considérée comme un ensemble de tables.

5.3. Définition de «table »

Une collection d'objets de même type sémantique correspond à une table, c'est à dire une "couche", terme commun utilisé plus classiquement par les SIG. Tous les objets d'une même table doivent être du même type géographique (point, ligne ou polygone), Chaque objet géographique stocké dans une table SIG est doté d'un certain nombre d'attributs (ou champs), qui sont définis lors de la création, ou de la modification, de la structure de la table.

6. Réalisation des cartes thématiques

6.1. Carte des groupements végétaux

Le travail réalisé consiste à une délimitation et localisation des unités floristiques homogènes reconnus sur le terrain par la méthode systématique. L'application du logiciel ArcGIS, de fait après la délimitation sur terrain des groupements végétaux ainsi définis, et l'opération de numérisation, permet de créer une base des données relationnelle (Base de données graphique relative à une base attributaire correspondante), à travers les opérations de vectorisation (création des polygones pour chaque unité homogène), et la mise à jour de la base de données attributaire correspondante, chaque polygone peut être attribué par plusieurs variables colonnes ou champs pour décrire l'ensemble de ses informations, par exemple numéro de polygone, la nature des groupements végétaux, la surface de chaque polygone en ha ou km², périmètre,etc.(Sophie et al., 2011).

6.2. Etapes de la réalisation de base de données

Afin de réaliser, notre base de données sera représentée comme suit :

6.2.1. Définir l'unité et la projection

Définir l'unité et la projection de notre session de travail par une clique à droite sur couche dans la table des couches à gauche. Puis sélectionnez Propriétés.

Il s'agit de la projection géographique, qui est un système qui nous permet de représenter à plat la surface courbe de la terre, cependant aucune représentation n'est exact.

L'objectif du choix du système de projection est minimiser le maximum d'erreurs et des altérations qu'on peut y avoir pour notre représentations.

Les projections coniques sont conformes et ont l'avantage de présenter une faible déformation des surfaces entre les parallèles de référence ; c'est pour quelle raison on a choisi la projection : WGS_1984_UTM_Zone_31S.

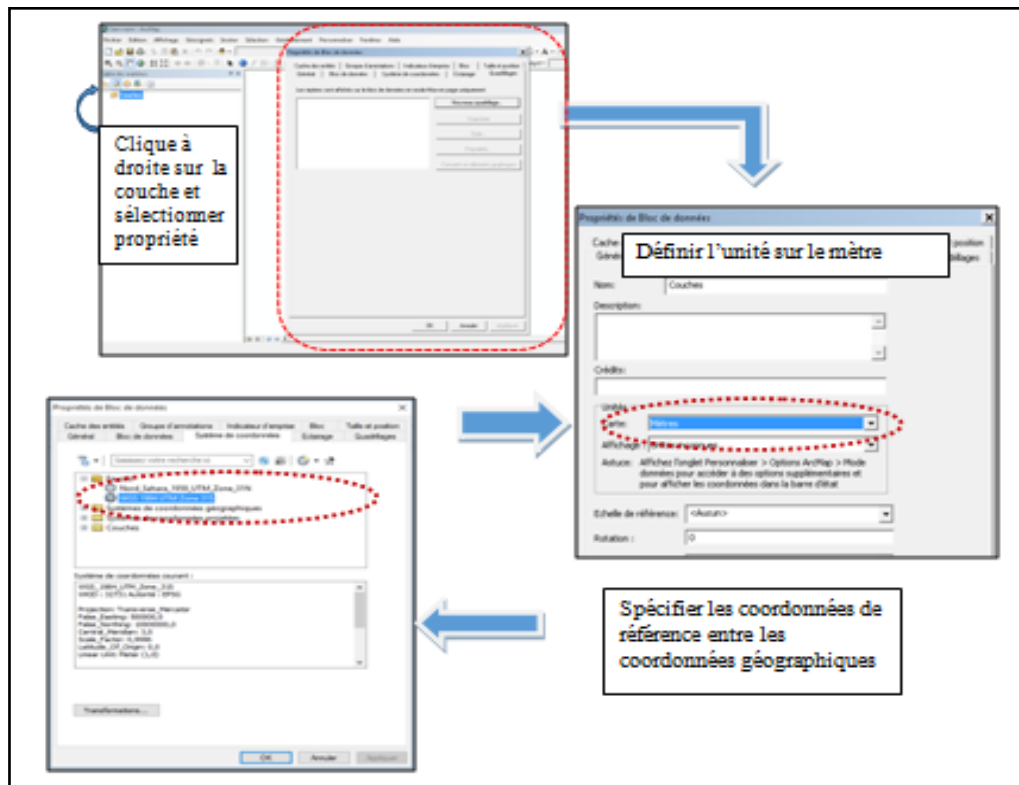


Figure 19 : les interfaces l'unité et la projection.

6.2.2. Choisir un fond de carte

On à ajoute un fond de carte pour compléter le travail

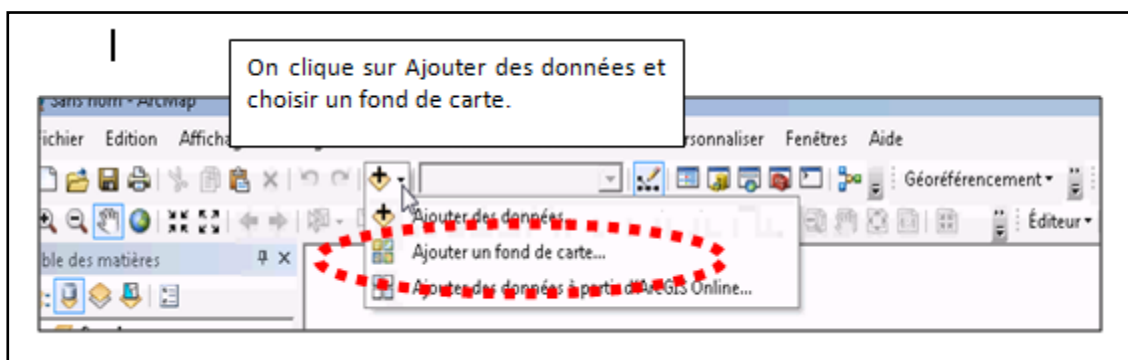


Figure 20 : un fond de carte.

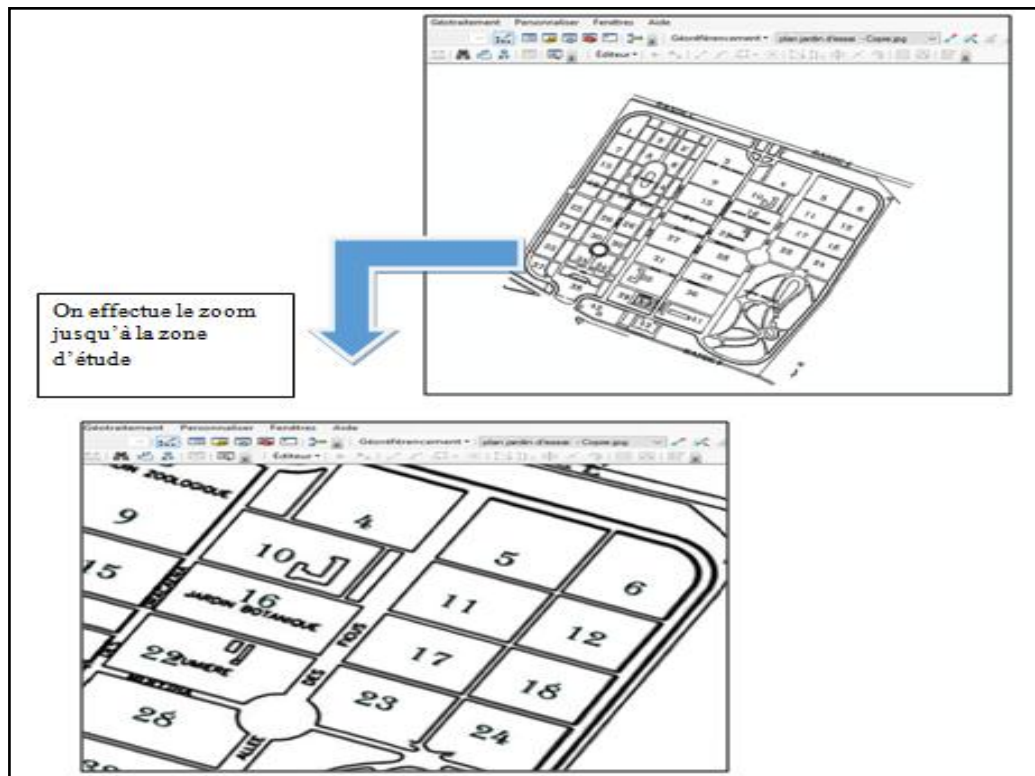


Figure 21 : Fond de carte réalisé par un URBANIS en 2008.

6.2.3. Calage de la carte et projection

1. Calage des images

«Caler» une image raster signifie entrer des coordonnées géographiques dans une projection définie et indiquer quels points de l'image correspondent à ces coordonnées. (Obermeyer et al., 2008). Quatre points de calage ont été pris en considération afin d'évaluer l'erreur commise au moment de la saisie des points de calage.

2. Calage de la carte sur SIG

Repérage des 4 points de calage.

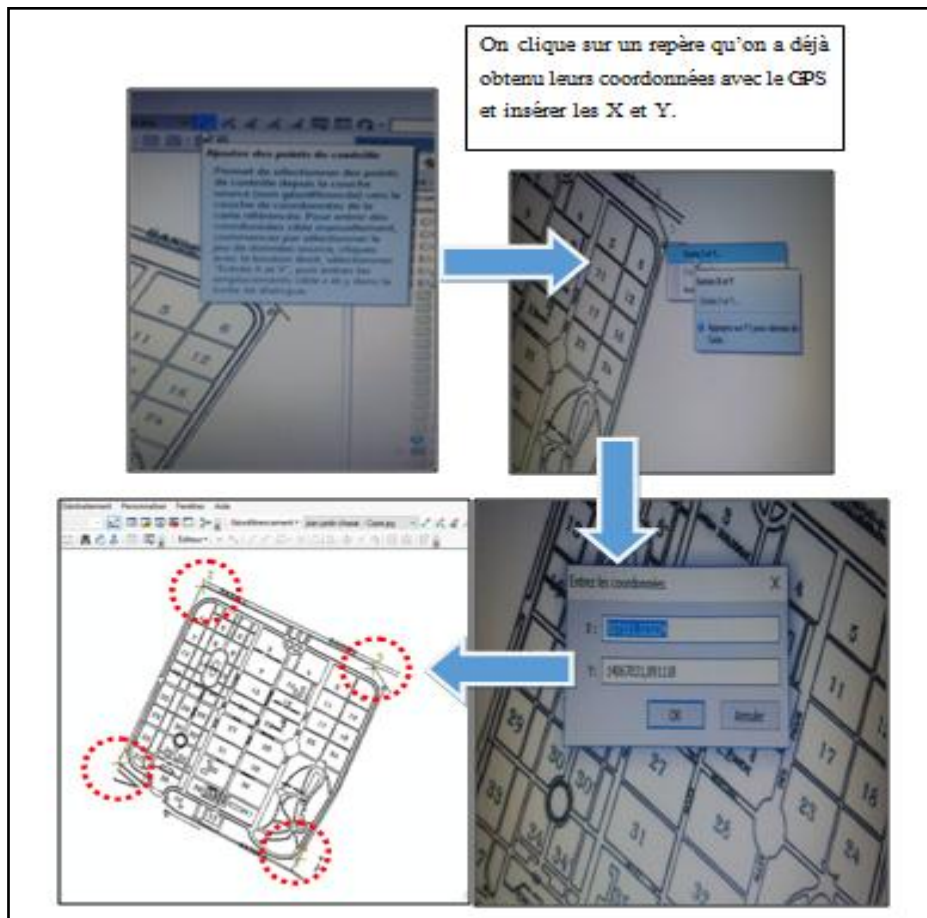


Figure 22 : Désignation des quatre points de calage.

Tout calage nécessite au moins 4 points de calage équitablement répartis sur la carte.

6.2.4. Digitalisation

La digitalisation des parcelles se fait par la création d'un fichier de forme où shepfile et identifier leur système de coordonnées selon la zone qu'on a travaillé sur, et finalisée avec le repassage des îlots pour l'obtention d'un format vecteur.



Figure 23 : Digitalisation des parcelles.

6.2.5. Création des couches

Les couches constituent le contenu d'une carte. Elles proposent une grande variété d'informations concernant notamment la population, la Terre et la vie, et elles sont composées d'images, de tuiles, d'entités et d'autres éléments.

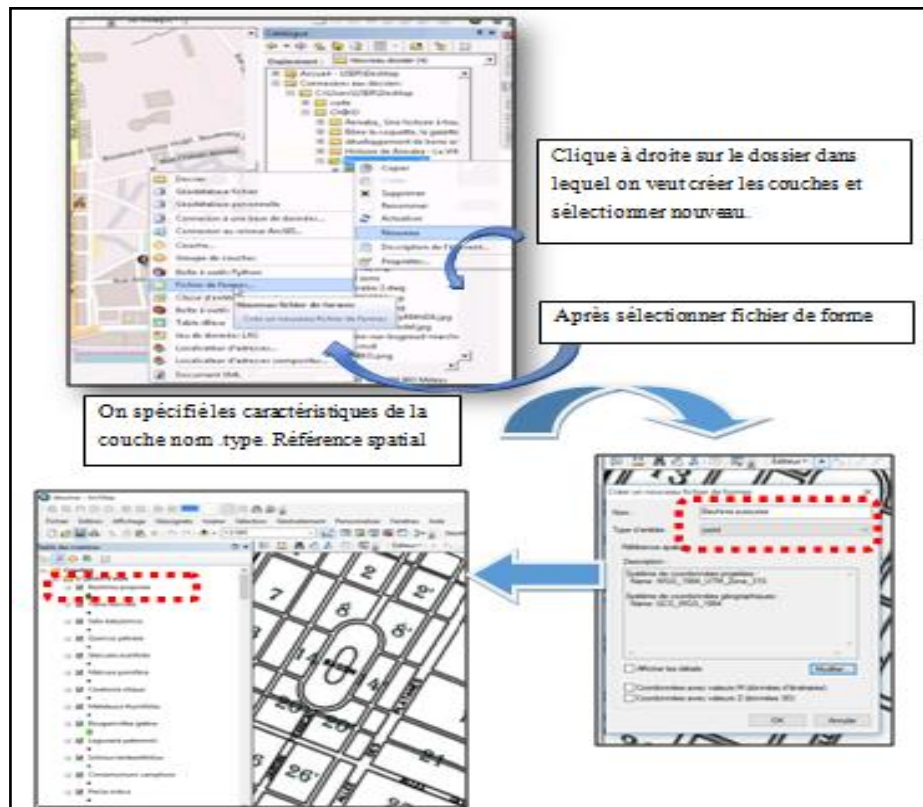


Figure 24 : Etapes de la création des couches.

6.2.6. Dessiner sur les couches

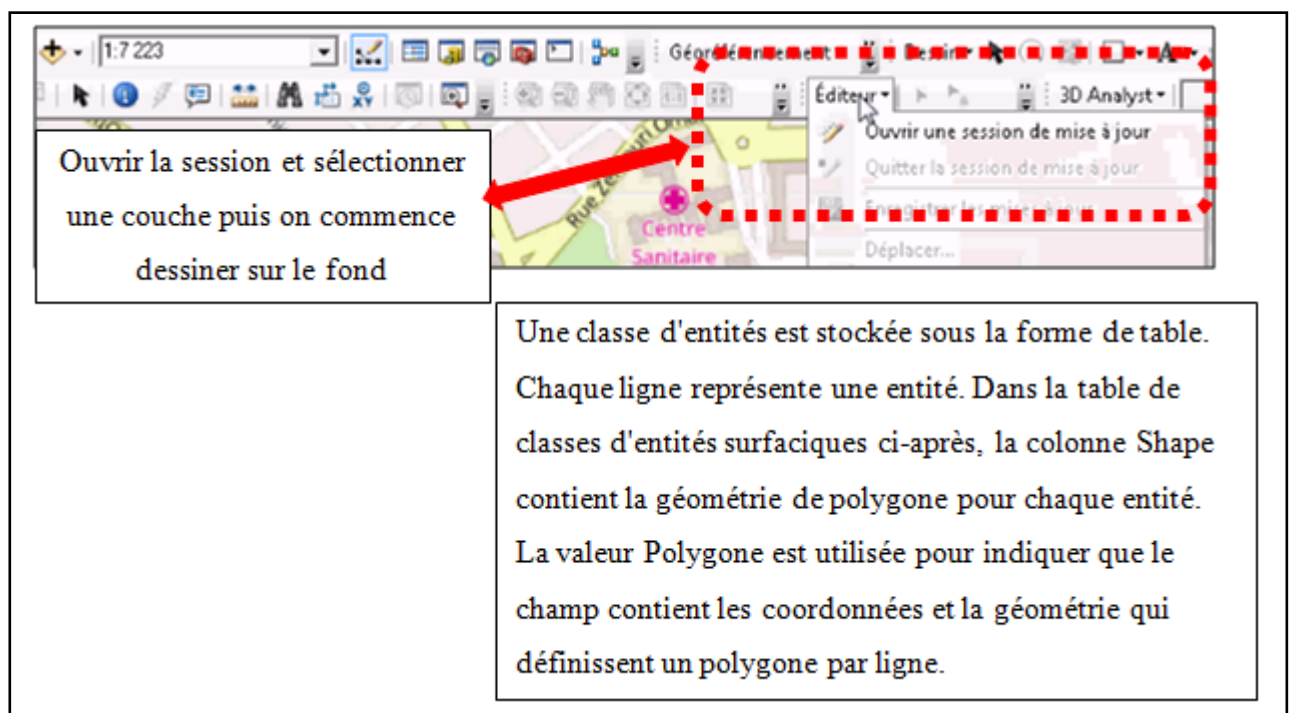


Figure 25 : Dessiner sur les couches

6.2.7. Insertion des données

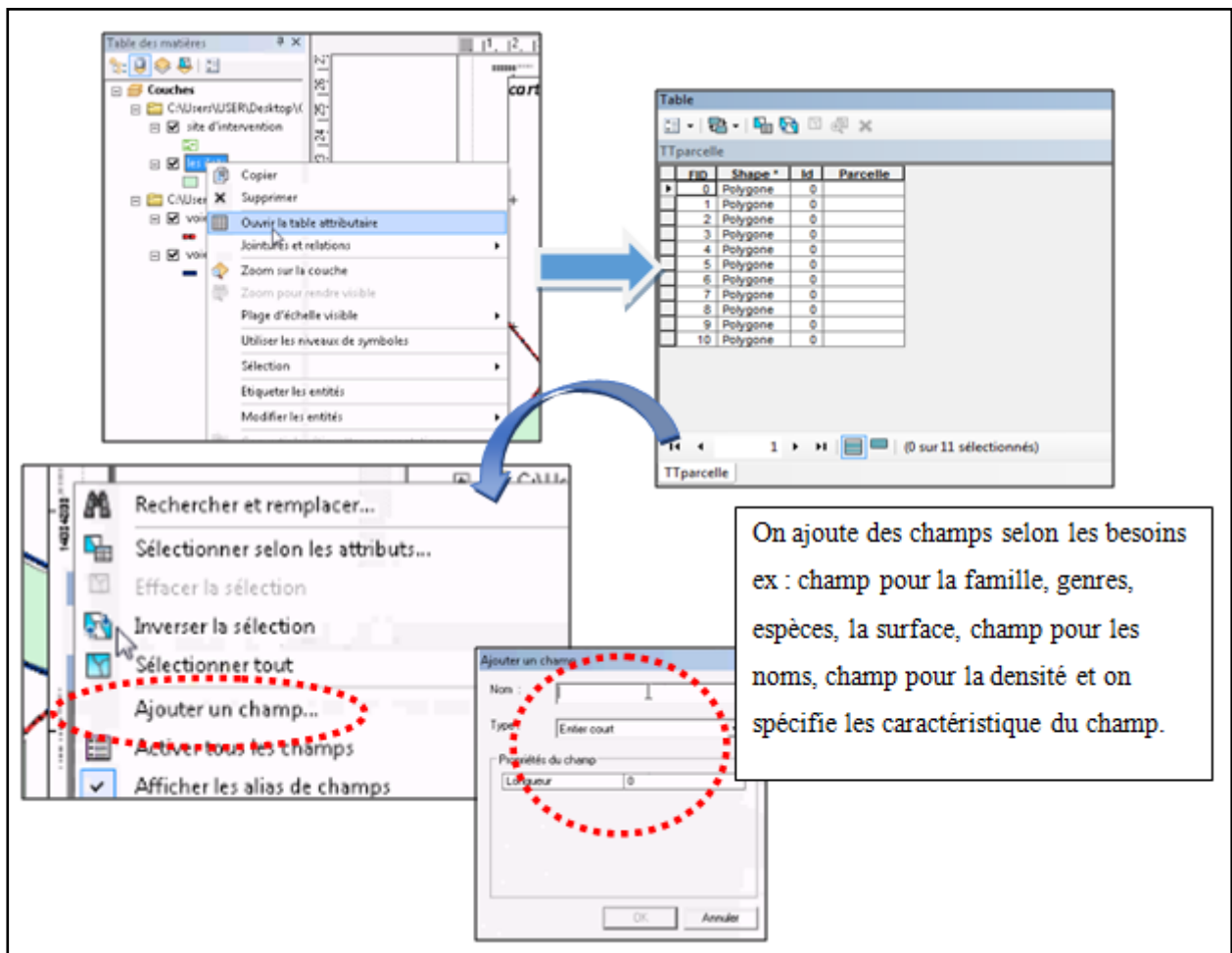


Figure 26 : Insertion des données.

7. Réalisation des couches

Nous avons essentiellement cinq couches, à savoir :

- Couche de surface ;
- Couche de périmètre;
- Couche des parcelles générale;
- Couche symbole;
- Couche infrastructure.

7.1. Couche de surface

Pour calculer les surfaces des polygones il suffit de cliquer à droite sur le champ de la surface et sélectionner calcule la géométrie et enfin régler l'unité.

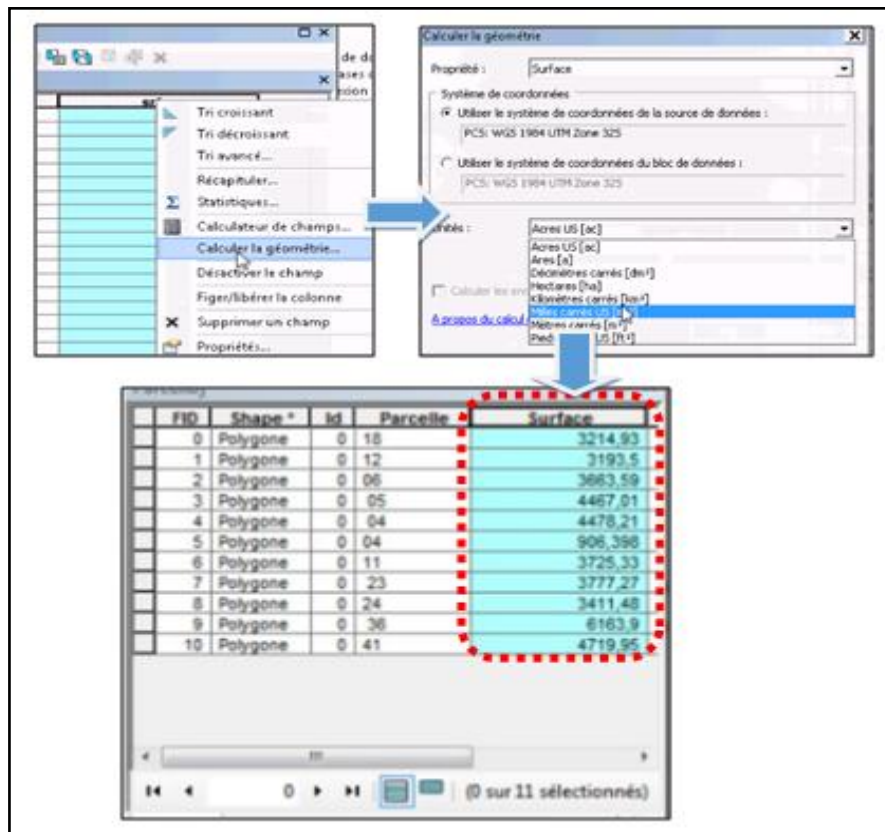


Figure 27 : Calcul des surfaces.

7.2. Couche de périmètres

Pour calculer les périmètres des polygones il suffit de cliquer à droite sur le champ de périmètre et sélectionner 'calculer la géométrie' et enfin régler l'unité.

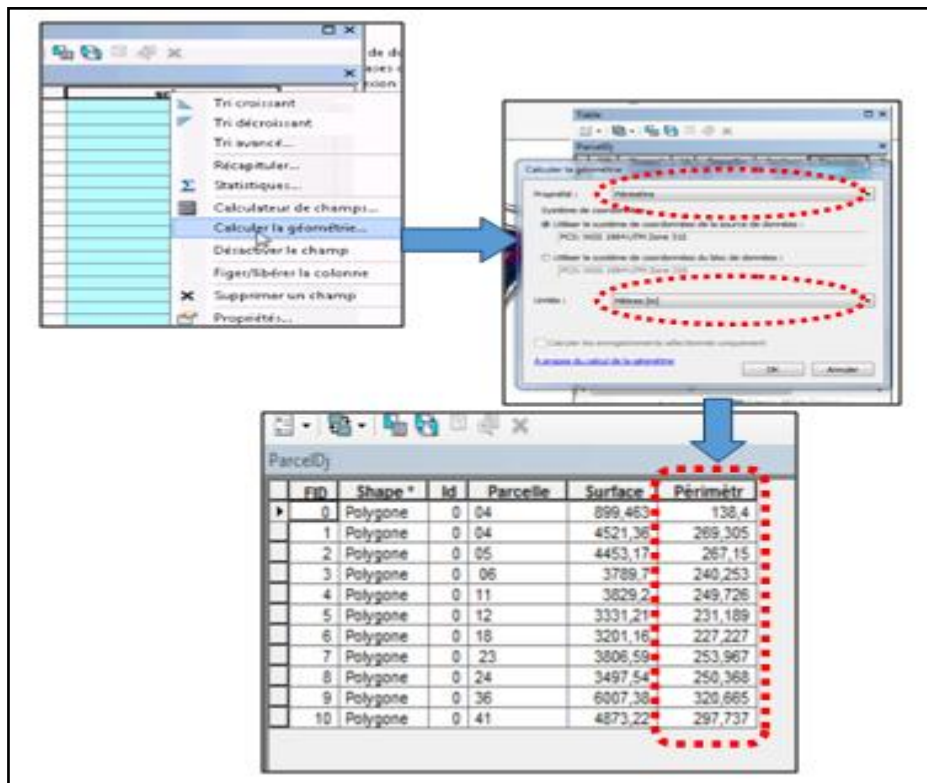


Figure 28: Calcul de périmètre.

7.3. Couche des parcelles générale

Nous passons ensuite à la réalisation de la table générale, comporte 06 champ chaque nom de champ est unique et libellé en fonction du paramètre considéré, le type est précisé qu'il soit quantitatif (chiffre) ou qualitatif (caractère).

Dans la table principale, les champs retenus sont du type caractères à savoir : parcelle, famille, genre, espèce, coordonnéesX, coordonnéesY.

Parcelles	Familles	Genres	Espèces	CordX	CordY
04	Asparagaceae	Yucca	elephantipes	3,07715	36,7498
04	Asparagaceae	Yucca	elephantipes	3,07727	36,7497
04	Asparagaceae	Yucca	elephantipes	3,07731	36,7496
04	Asparagaceae	Yucca	elephantipes	3,07735	36,7496
04	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07685	36,7497
04	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07683	36,7497
04	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,0772	36,7497
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07788	36,7492
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07791	36,7492
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07796	36,7492
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07798	36,7492
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07818	36,7491
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07824	36,7491
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07829	36,7491
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07832	36,7491
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,0781	36,749
05	Arecaceae	Washingtonia	robusta	3,07810	36,749

(0 sur 1257 sélectionnés)

Figure 29 : Structure de la table générale des parcelles.

7.4. Couche Symbole

Pour changer la symbologie d'une couche, il suffit de :

- * Cliquez avec le bouton droit dans la fenêtre des couches, puis sélectionnez « Propriétés »;
- * Cliquez sur l'onglet « Symbologie » puis nous choisissons « Catégories » puis double cliquer sur « toutes les autres valeurs ».
- * Nous apparaissent une fenêtre «Sélecteur de symboles ».
- * On spécifié « les propriétés de l'élément » : le nom, catégorie, style...Etc.
- * Finalement apparaissent les symboles dans la table des matières et sur la carte.

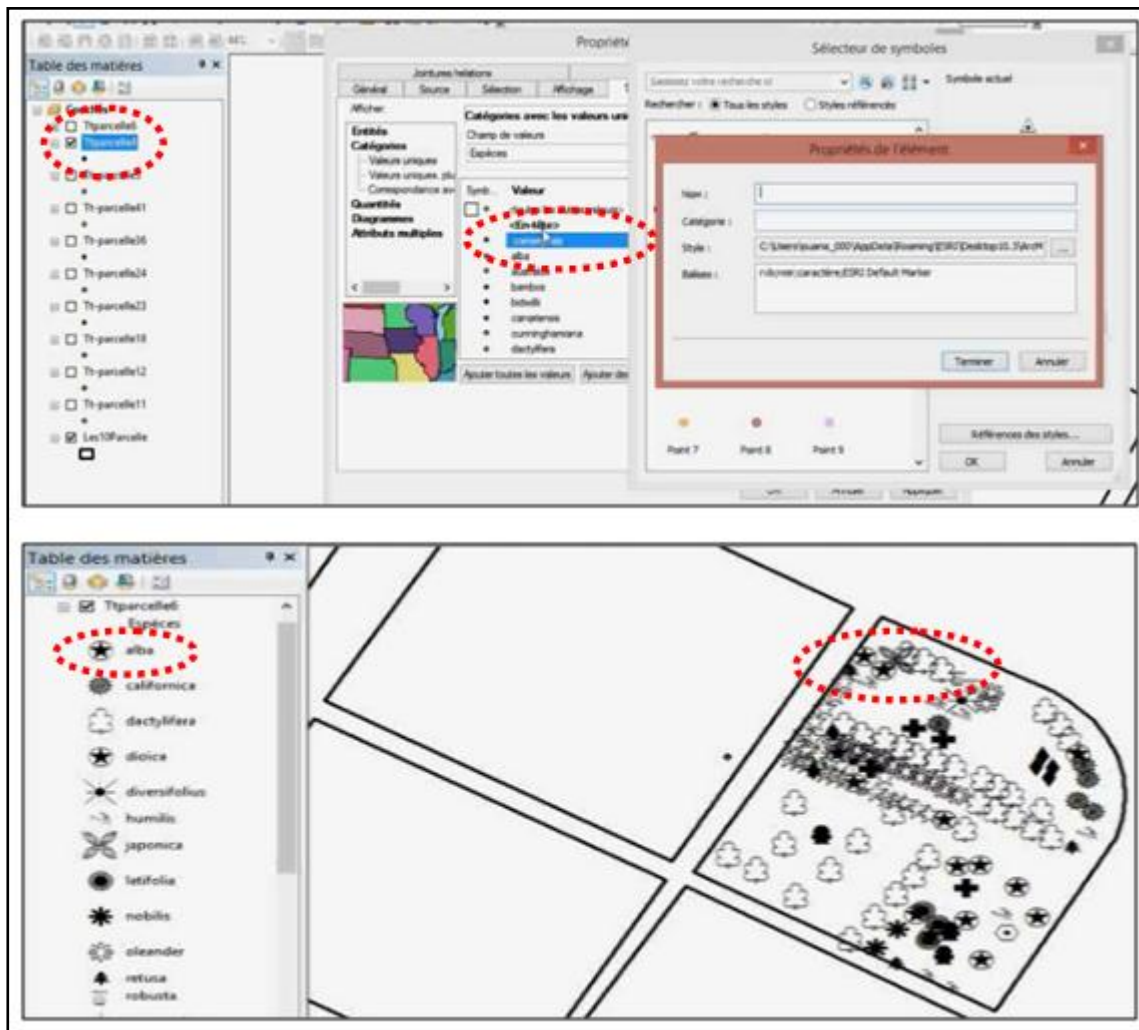


Figure 30: Structure de la table symboles.

7.5. Couche infrastructure

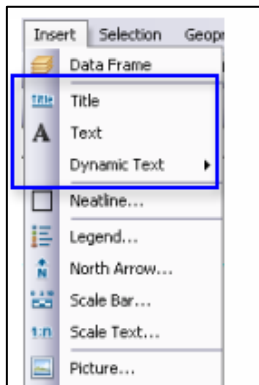
7.5.1. Mise en page

Une fois les différents éléments ouverts et les analyses thématiques réalisées, il est possible de passer à la mise en page. La mise en page est l'étape finale du travail, Elle consiste à mettre tous les éléments indispensables à une carte. Elle est conçue pour l'impression des cartes. Font partie des éléments cartographiques couramment organisés dans une mise en page : un ou plusieurs blocs de données (chacun contenant un ensemble organisé de couches de carte), une barre d'échelle, une flèche du Nord, un titre de carte, un texte descriptif et une légende des symboles.

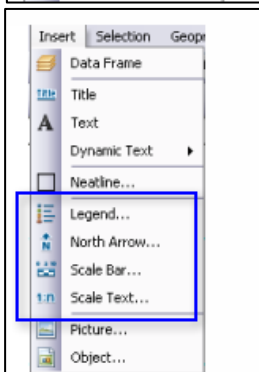
La première étape consiste à basculer la vue cartographique vers le mode Mise en page, soit en sélectionnant Mode Mise en page dans le menu Affichage, soit en cliquant sur le bouton Mode Mise en page situé en bas à gauche de l'affichage cartographique.



En peut ajouter d'autres éléments cartographiques à la mise en page



Le menu Insérer permet de sélectionner des éléments cartographiques à ajouter à la mise en page. On peut utiliser ce menu pour ajouter un titre à la page. Le texte ajouté sera identique à celui entré pour le titre dans la boîte de dialogue Propriétés de la carte. Avec un titre, on peut ajouter du texte statique et du texte dynamique.



Le menu Insérer permet d'ajouter une légende, une flèche d'orientation vers le Nord, une barre d'échelle et un texte d'échelle. Lorsqu'on clique sur une de ces options, un assistant ou une boîte de dialogue apparaît, où on peut définir les propriétés de chaque élément de la carte.

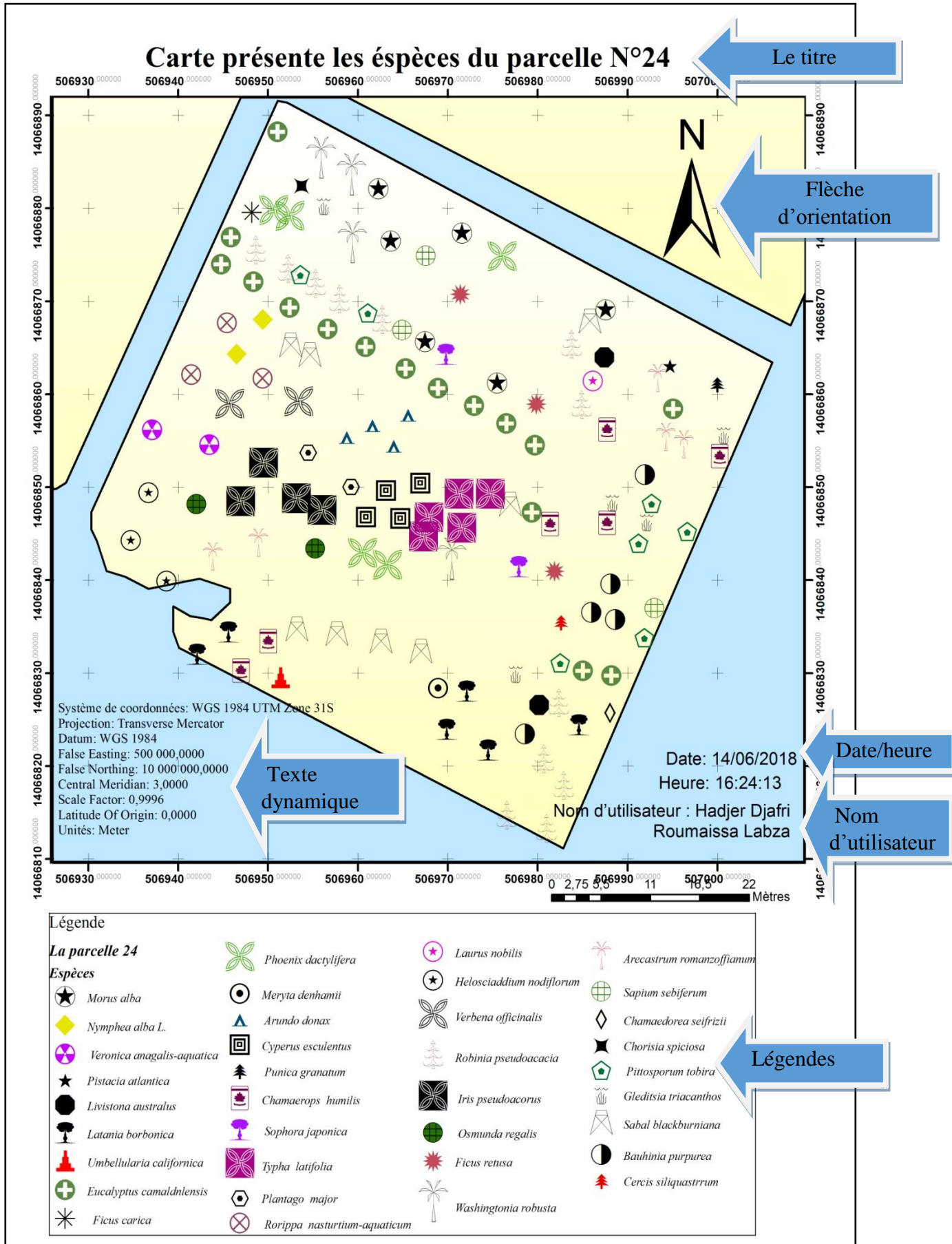


Figure 31 : Carte représente les étapes de la mise en page.

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Analyse de la biodiversité actuelle du jardin anglais

Le paysage du jardin anglais offre un modèle d'étude de l'évolution de la diversité végétale (la richesse biologique) très intéressante. Cette partie est considérée comme l'espace le plus diversifié de point de vue nombre d'espèces (**Annexe 1**).

Nous avons inventorié toutes les arbres du jardin anglais. Cependant, pour des raisons, de pouvoir limiter le nombre des tableaux, nous anticipons de classer directement les plantes du jardin suivant le nombre de familles, genres et des espèces.

L'étude de la composition floristique actuelle des espèces végétale du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma inventorie 100 espèces, réparties en 54 familles et 91 genres. Sur l'ensemble, 1257 espèces ont été observées par la méthode de relevé systématique, cette dernière est dominée par la famille des Arcaeae, Fabaceae, Malvaceae, Ginkgoaceae et Moraceae (**Annexe 2**).

Parmi les espèces présentées dans cet inventaire, beaucoup sont des arbustes ou des arbres moyens, les autres types morphologiques sont moins représentés.

L'étude de la répartition des familles, genres et espèces dans la partie du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma permet d'obtenir les résultats figurés dans les **figures 32-34**.

Les parcelles les plus diversifiées au niveau des familles sont respectivement : parcelle 24 (23 familles), parcelle 04 (19 familles), parcelle 18 (18 familles) (**figures 33**).

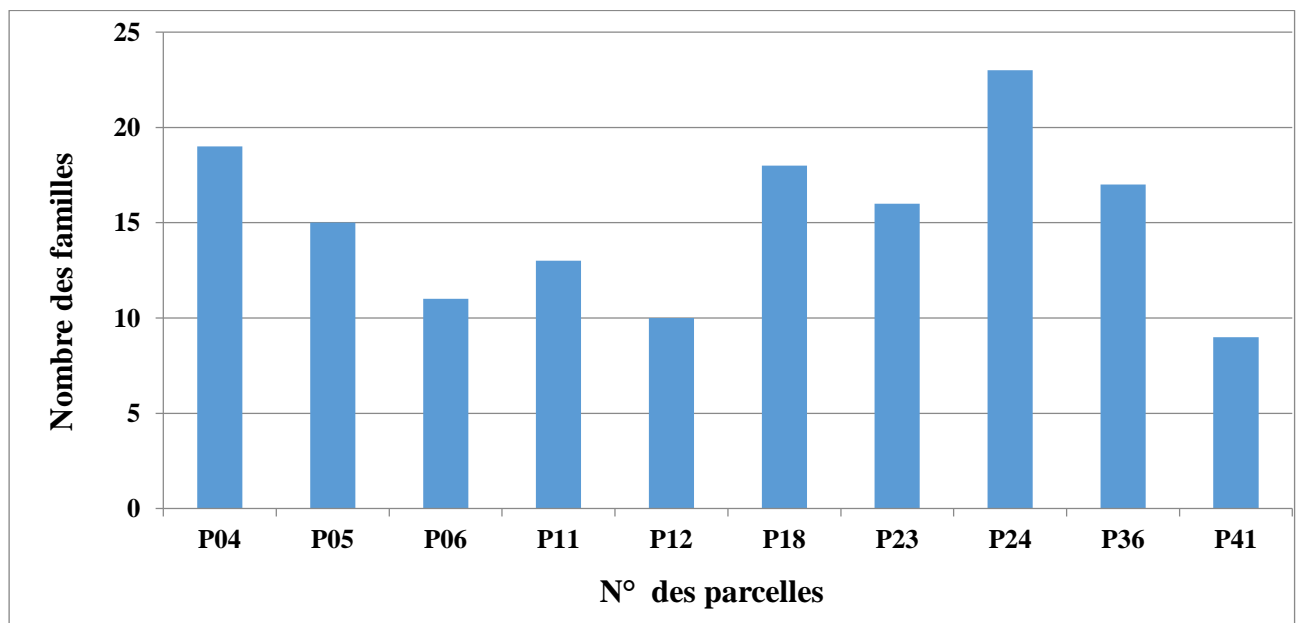


Figure 32 : Répartition de la richesse des parcelles par familles dans le jardin anglais (jardin d'essai du Hamma).

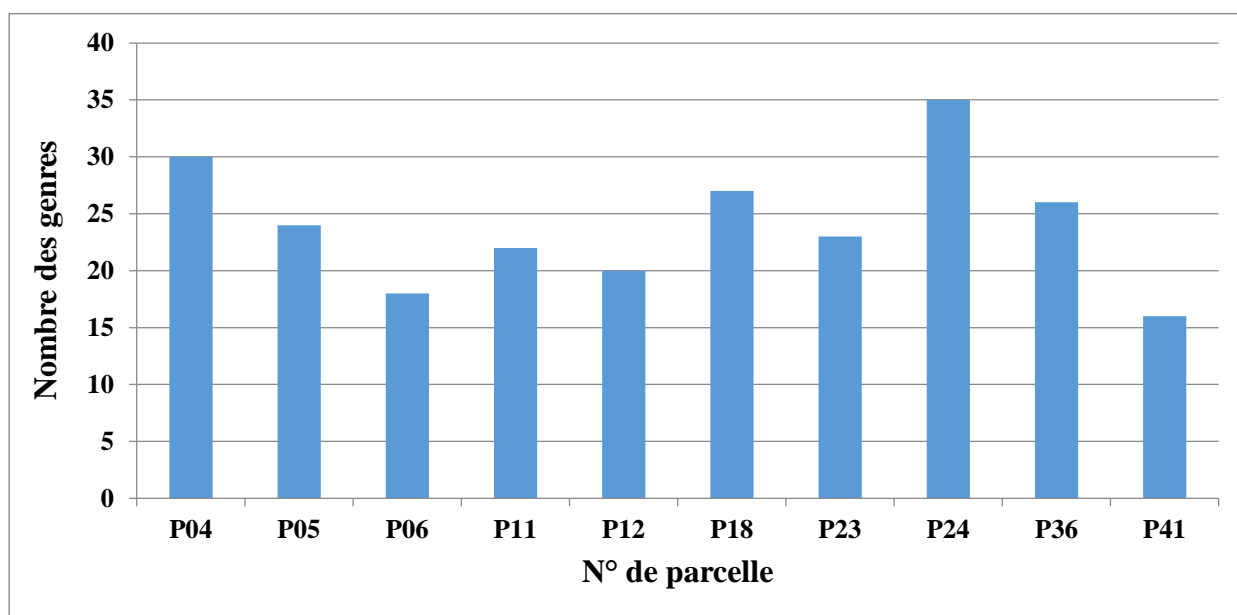


Figure 33 : Répartition de la richesse des parcelles par genres dans le jardin anglais (jardin d'essai du Hamma).

Les parcelles les plus diversifiées au niveau des genres sont respectivement : parcelle 24 (35 genres), parcelle 4 (30 genres) et la parcelle 18 et 36 (plus de 25 genres) (**figures 34**).

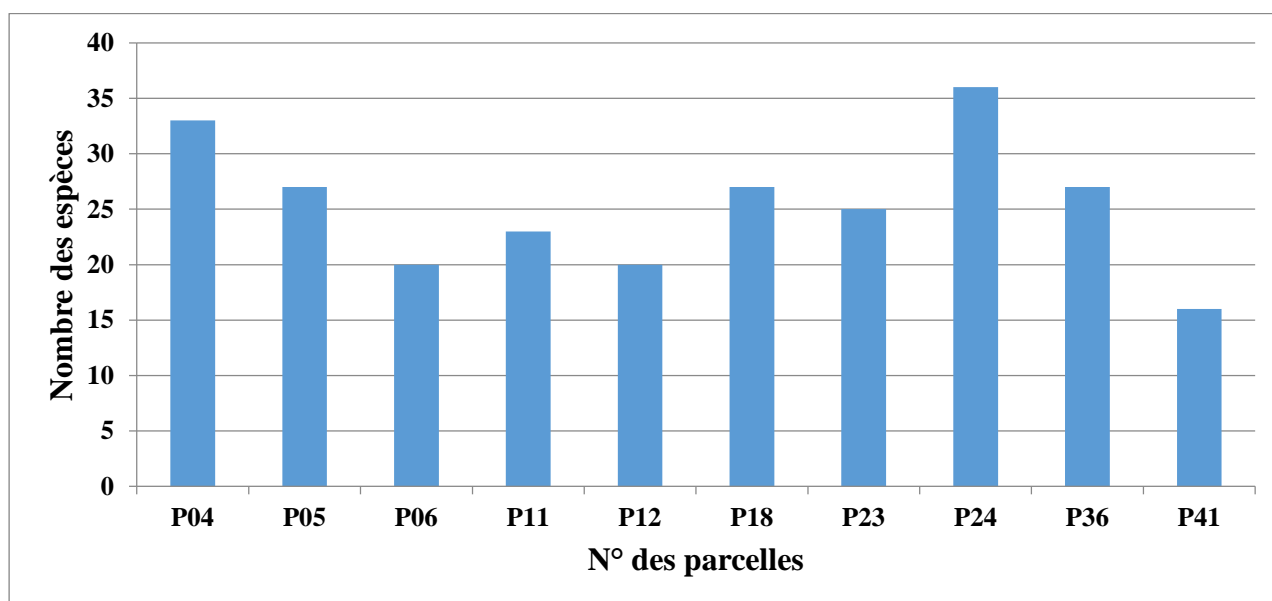


Figure 34 : Répartition de la richesse des parcelles par espèces dans le jardin anglais (jardin d'essai du Hamma).

D'après l'analyse de la distribution des espèces par parcelle, les résultats montrent que les parcelles les plus diversifiées au niveau des espèces sont respectivement la parcelle 24 (36 espèces), la parcelle 04 (33 espèces) et les parcelles 05 et 36 (27 espèces).

En générale, on remarque que la parcelle 41 est la parcelle la plus pauvre au niveau des espèces, genres et familles.

On référant à l'inventaire de 2007, le jardin anglais à l'état actuel est caractérisé par plusieurs espèces telles qu'*Umbellaria californica*, *Sophora japonica*, *schinus teribentifolius*, *Ailanthus altissima*, *Latania decipiens*, etc. Cette apparition de nombreuses espèces ce conduit à créer une richesse biologique importante.

Aussi autre espèces sont disparus, on cite par exemple : *Erythrina corallodendron*, *Buxus belearica*, *Bougainvillea peruviana x*, etc. (**Figure 35**), Cette disparition est le résultat de l'intervention humaine, pour permettre le développement des autres noble espèces sans la compétition entre eux pour les ressources alimentaire, l'eau, sels minéraux et l'occupation du sol, aussi, il y'a des autres causes de la disparition des espèces comme la mort naturel et le vieillissement.



Erythrina corallodendron



Buxus belearica



Bougainvillea peruviana x

Figure 35 : La disparition des quelques espèces au jardin anglais du jardin d'essai du Hamma.

2. Etat de la diversité du jardin anglais avec l'application d'un système d'information géographique

2.1. Carte thématique

Une fois la phase de recensement et l'analyse de la diversité du jardin anglais est achevée, nous avons démarré la deuxième phase c'est-à-dire l'application d'un système d'information géographique pour étudier la diversité du jardin anglais aussi pour créer une base de données facile à accéder et actualiser chaque fois, ou il y aura des changements en termes de la diversité végétale du jardin. Le choix des terrains d'étude s'est fait en fonction des partenaires du travail (le staff du jardin).

Les résultats obtenus au cours de notre inventaire, nous ont permis de réaliser la carte thématique, cette dernière est caractérisée par la surface et le périmètre de chaque parcelle, le nombre d'espèces, le nombre de genres et de familles.

Alors, nous présentons brièvement les étapes de création de la carte thématique par ordre dans l'organigramme suivant (**Figure 36**).

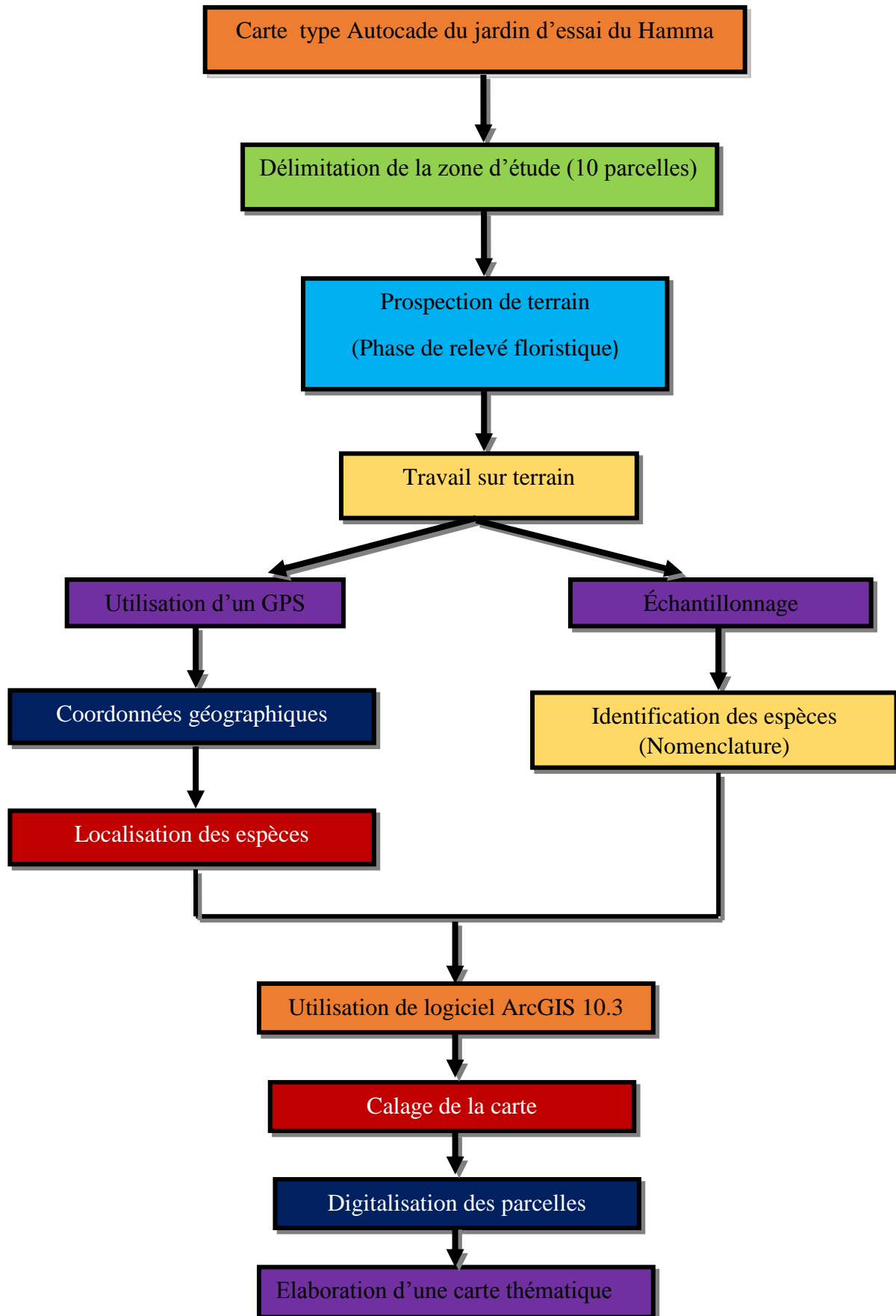


Figure 36 : Organigramme des différentes phases de l'élaboration d'une carte thématique.

Afin de localiser la station d'étude sur la carte, une carte autocade a été exploitée pour extraire les lignes et les polygones des parcelles du jardin d'essai. Les points GPS prises sur terrain et la vectorisation par SIG, nous avons pu présenter la carte élaborée (**Figure 37**).

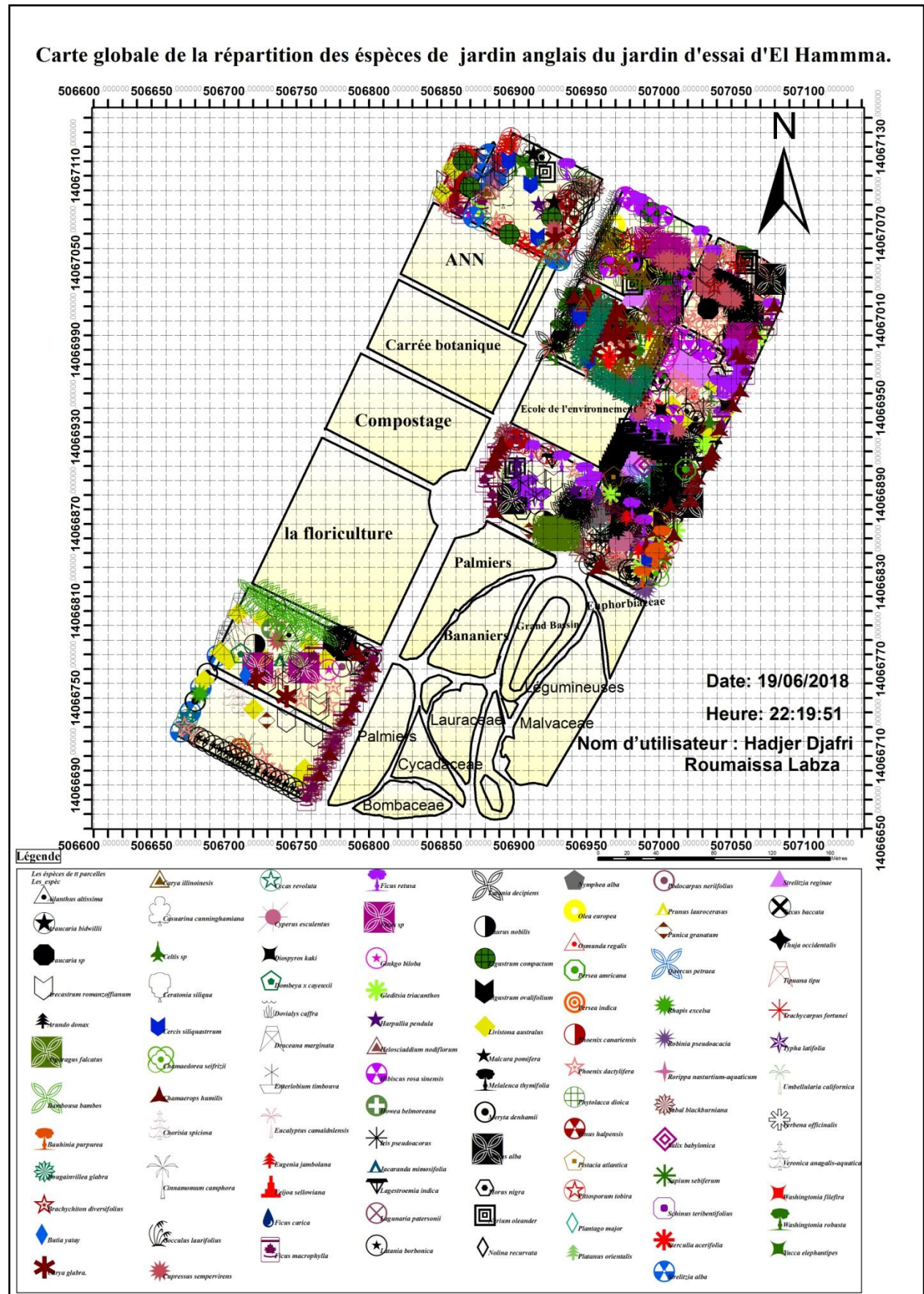


Figure 37: Carte thématique du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma (Alger).

2.2. Dimensionnement des différentes parcelles

Les figures ci-dessous présentent le dimensionnement de différentes parcelles du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma. Dans l'ordre croissant par rapport à leurs surfaces, ces parcelles peuvent être classées de manière suivante : p 36, p04, p41, p05, p23, p11, p06, p24, p18, p12.

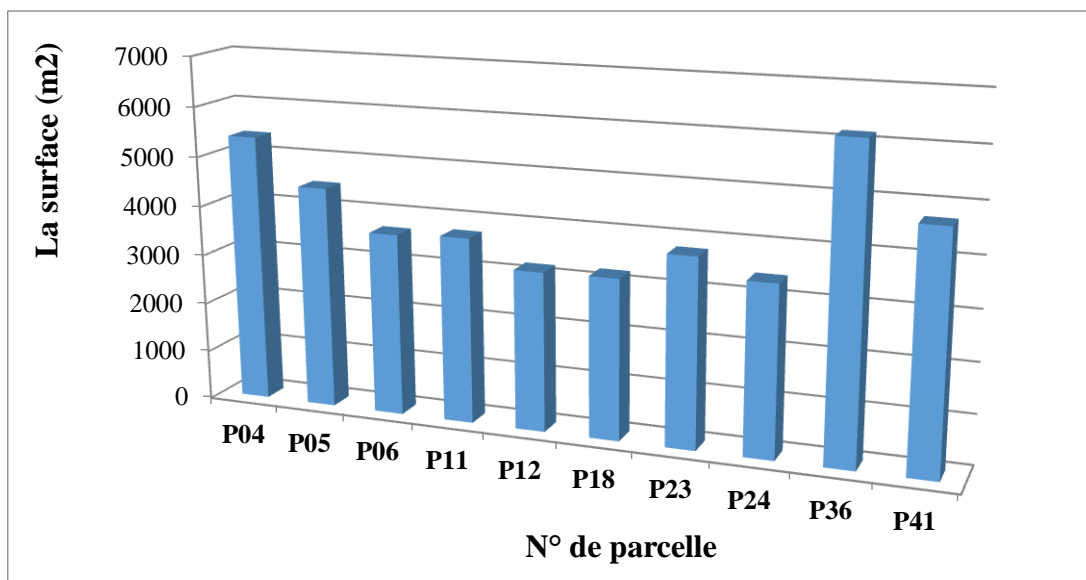


Figure 38 : Surfaces respectives ressorties pour chaque parcelle.

Alors que, l'ordre croissant par rapport à leurs périmètres, ces parcelles peuvent être classées de manière suivante : p04, p36, p41, p05, p23, p24, p11, p06, p12, p18.

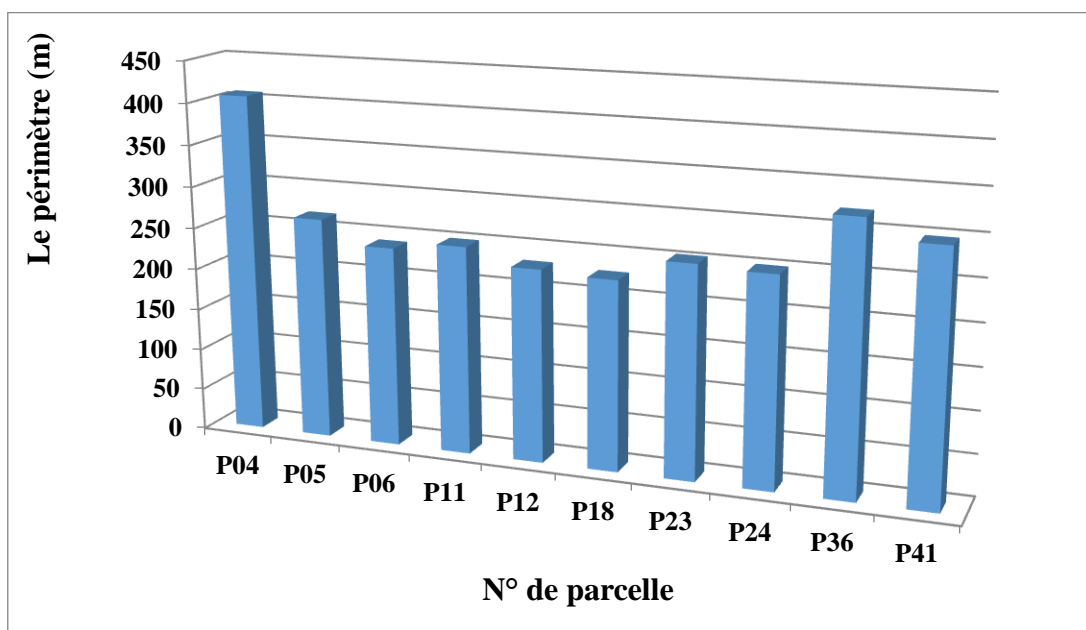


Figure 39: Périmètre respectives ressorties pour chaque parcelle.

2.3. Etude descriptive des parcelles

2.3.1. Parcelle 04

La parcelle 04 occupe une superficie de 0,542082 ha, et se retrouve dans la partie Nord du Jardin anglais. Elle est subdivisée en 06 sous parcelles.

Cette parcelle renferme 19 familles comme : Araucariaceae, Arecaceae, Malvaceae, Juglandaceae, Sapindaceae, etc.), 30 genres (*Araucaria*, *Bambusa*, *Arecastrum*, *Chorisia*, *Cupressus*, etc.) Et 33 espèces (les plus marquantes sont : *Cycas revoluta*, *Draceana marginata*, *Yucca elephantipes*, etc.)(Figure 40).



Cycas revoluta

Draceana marginata



Yucca elephantipes

Figure 40: quelques espèces dominantes dans la parcelle 04.

2.3.2. Parcelle 05

La parcelle 05 occupe une superficie de 0,445317 ha, et subdivisée en 06 sous parcelles de forme rectangulaire, actuellement les trois premières sous parcelles Nord ont fusionné.

La limite qui les sépareit est recouverte d'herbacées. Cette sous parcelle est très ombragée du côté Est. Les sous parcelles ont été numérotés comme suit 5a, 5b, 5c, 5d, 5 e1 et 5 e2 du Nord au Sud. Les sous parcelles 5a, 5b et 5c ont fusionné.

Cette parcelle regroupe par une collection représentée par 15 familles, selon l'identification des espèces. Les familles (15) sont les suivantes (cupressaceae, Salicaceae, Myrtaceae, phytolaccaceae, etc.) 24 genres (*Punica*, *phytolacca*, *Umbellaria*, *Ligustrum*, etc.) et 26 espèces (*Hibiscus rosa sinensis*, *Laurus nobilis*, *Latania decipiens*, *Ficus retusa*, etc.) et un Sp (**Figure 41**).



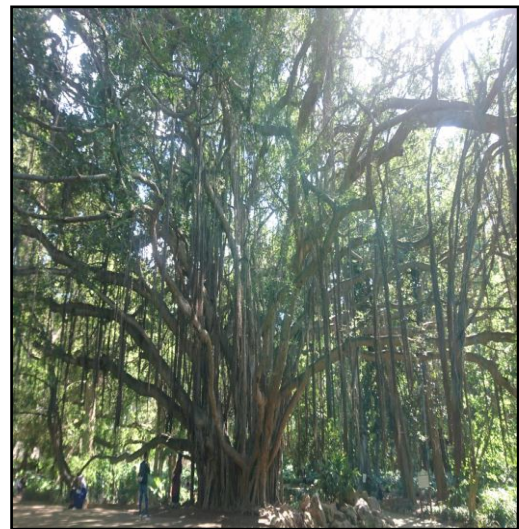
Hibiscus rosa sinensis



Laurus nobilis



Latania decipiens



Ficus retusa

Figure 41 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 05.

2.3.3. Parcelle 06

La parcelle 06 occupe une superficie 0,37897 ha, et subdivisée en 04 sous parcelles, de forme rectangulaire, actuellement les trois premières sous parcelles Nord 6a, 6b et 6c ont fusionné et également les deux sous parcelles Sud. Les limites qui les séparaient sont recouvertes d'un sous bois dense constitué d'herbacées au centre des sous parcelle. La limite entre les sous parcelles 6a et 6b est plantée d'un alignement de cyprès en continuité avec ceux plantés entre les sous parcelles 5a et 5b et une plantation récente de laurier rose. La sous parcelle 6a est à dominance du palmier.

Cette parcelle comprend 11 familles tels qu'Apocynaceae, Moraceae, Lauraceae, Anacardiaceae, etc., 18 genres comme : *Schinus*, *Sophora*, *Brachychiton*, *Gleditsia*, etc. et 18 espèces (*Schotia latifolia*, *Brachychiton diversifolius*, *Bougainvillea glabra*, *Sophora jabonica*) et 2Sp (Figure 42).

Les deux parcelles 05 et 06 constituent la pépinière.



Schotia latifolia



Brachychiton diversifolius



Bougainvillea glabra



Sophora jabonica

Figure 42 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 06.

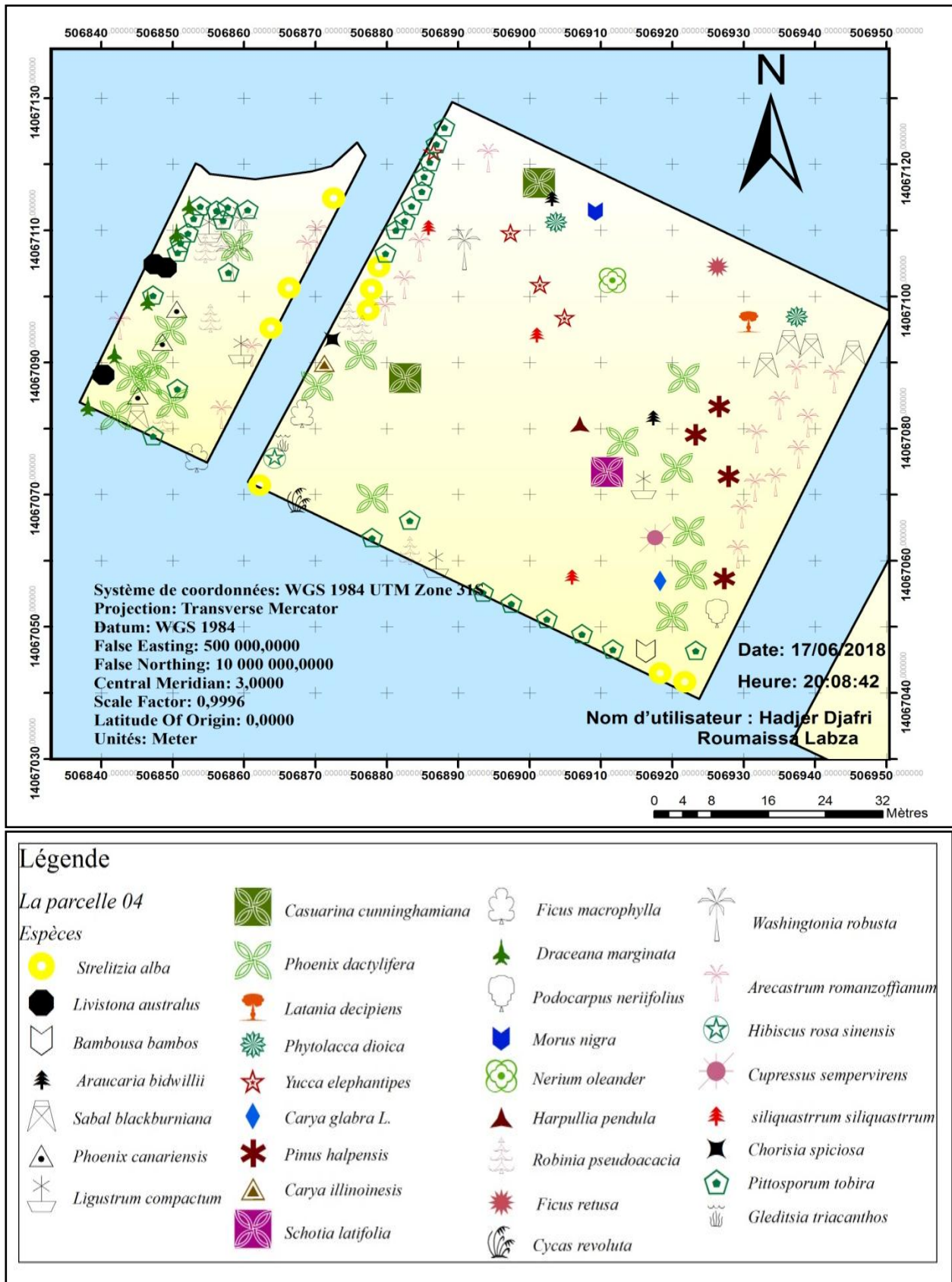


Figure 43 : Carte présente les espèces de la parcelle 04.

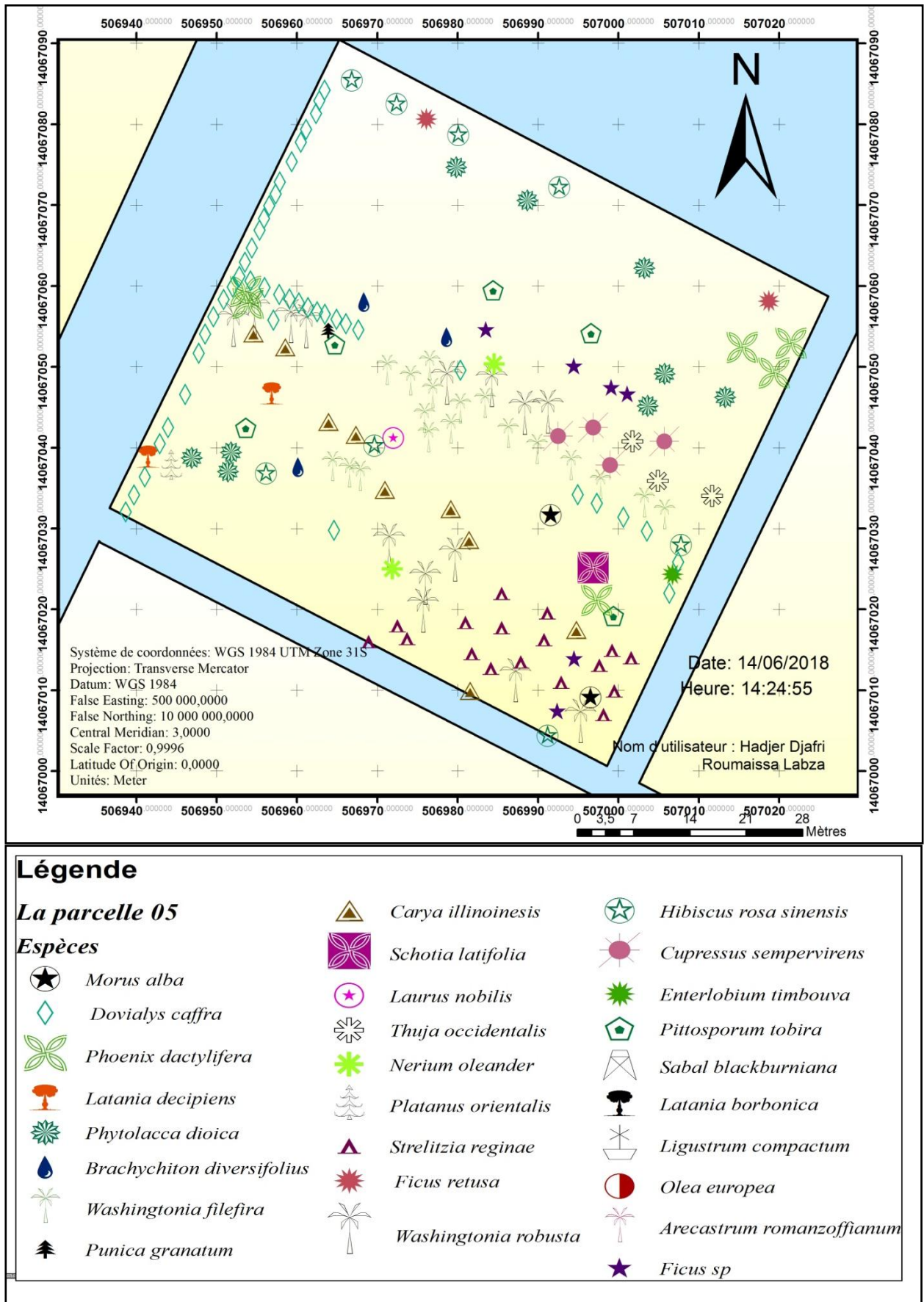


Figure 44 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 05.

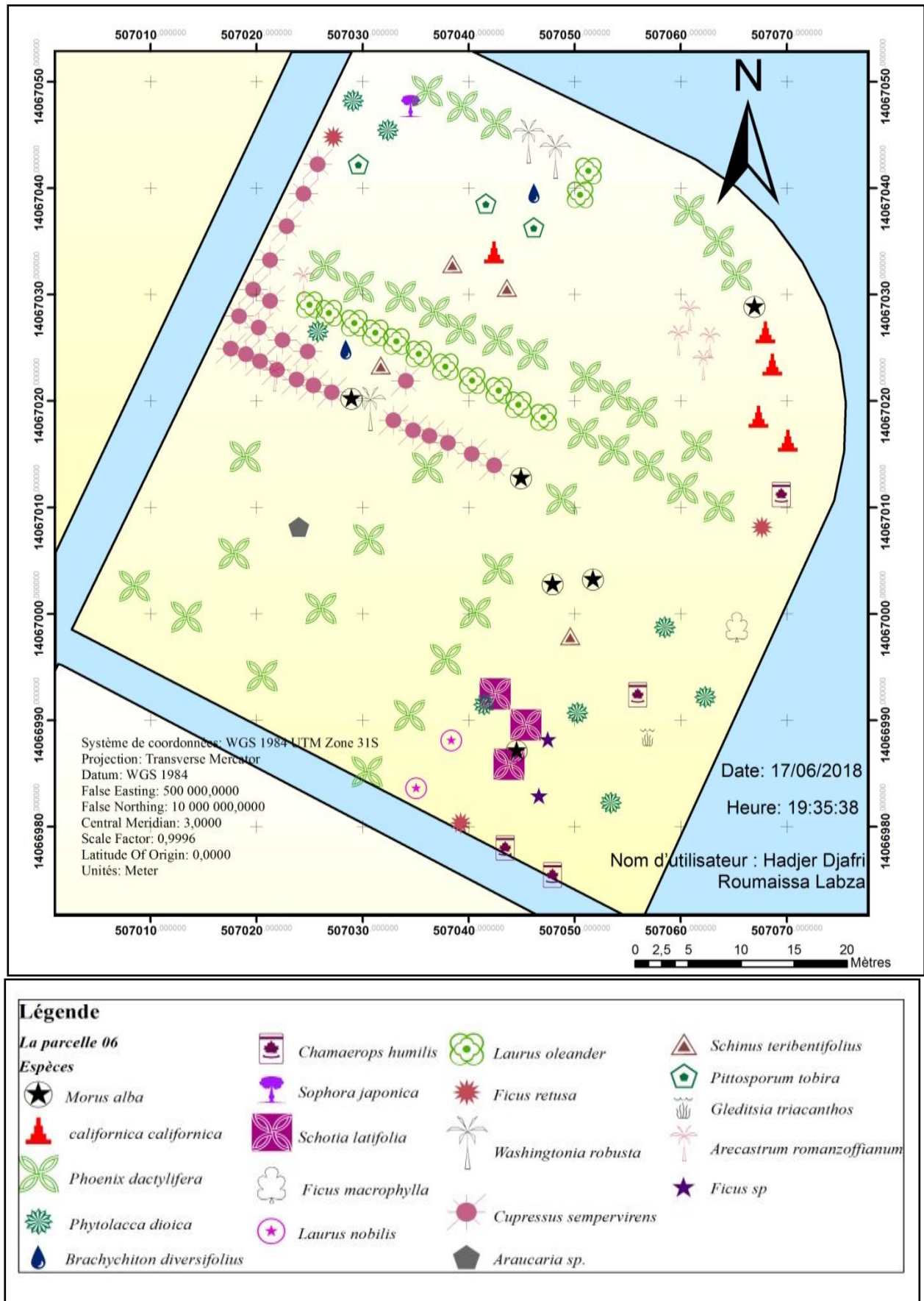


Figure 45 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 06.

2.3.4. Parcelle 11

Cette parcelle occupe une superficie de 0,38292 ha, de forme carré et subdivisé en 02 sous parcelles. Elle regroupe une collection des arbres fruitiers représentée par 13 familles tels que : Euphorbiaceae, Rosaceae, Asparagacea, Nyctaginaceae, etc., 22 genres comme : *Carya*, *Feijoa*, *Cercis*, *Sapium*, etc. et 23 espèces comme : *Carya illinoensis*, *Cercis siliquastrum*, *Feijoa sellowiana*, etc. (**Figure 46**).



Carya illinoensis



Cercis siliquastrum



Feijoa sellowiana

Figure 46 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 11.

2.3.5. Parcelle 12

Cette parcelle est bordée sur son côté Ouest d'une allée de *Ginkgo biloba*, d'où le nom de l'allée des Ginkgos. Ces arbres sont écimés avec rejets sur le tronc.

Cette parcelle renferme 10 familles (*Casuarinaceae*, *Ulmaceae*, *Ginkgoaceae*, *Strelitziaceae*, etc.) 20 genres (*Populus*, *Strelitzia*, *Tipuana*, *Enterlobium*, *Diospyros*, etc.) Et 19 espèces (*Eugenia jambolana*, *Ginkgo biloba*, *Casuarina cunninghamiana*, *Tipuana tipu*, etc.) plus un Sp (Figure 47).

Cette parcelle occupe une superficie 0,333121 ha, de forme carré et subdivisé en 02 sous parcelles. Elle est parallèle à la parcelle 11 de son coté Est.



Eugenia jambolana



Ginkgo biloba



Casuarina cunninghamiana



Tipuana tipu

Figure 47 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 12.

2.3.6. Parcelle 18

La parcelle 18 occupe une superficie 0,320116 ha, et se localise au Nord de la parcelle 12. Elle est de forme carrée et subdivisée, selon l'ancien plan en 05 sous parcelles. Actuellement, les deux sous parcelles Nord ont fusionné et également les deux sous Sud. Sur terrain, la parcelle 18 se trouve subdivisée au total en 03 sous parcelles. La parcelle est partagée par une allée centrale avec une plantation de laurier de part et d'autre, d'où l'allée des lauriers.

Cette parcelle comprend 18 familles comme (Buxaceae, Lythraceae, Fagaceae, Taxaceae, etc.) 26 genres (*Buxus*, *Quercus*, *Lagastromia*, *Rhapis*, etc.) et 26 espèces (*Salix babylonica*, *Sapium sebiferum*, *Taxus baccata*, *Punica granatum*, et un Sp, etc.)(Figure 48).

Cette parcelle est nommée « Autrichien » créée en 2015.



Salix babylonica



Sapium sebiferum



Taxus baccata



Punica granatum

Figure 48 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 18.

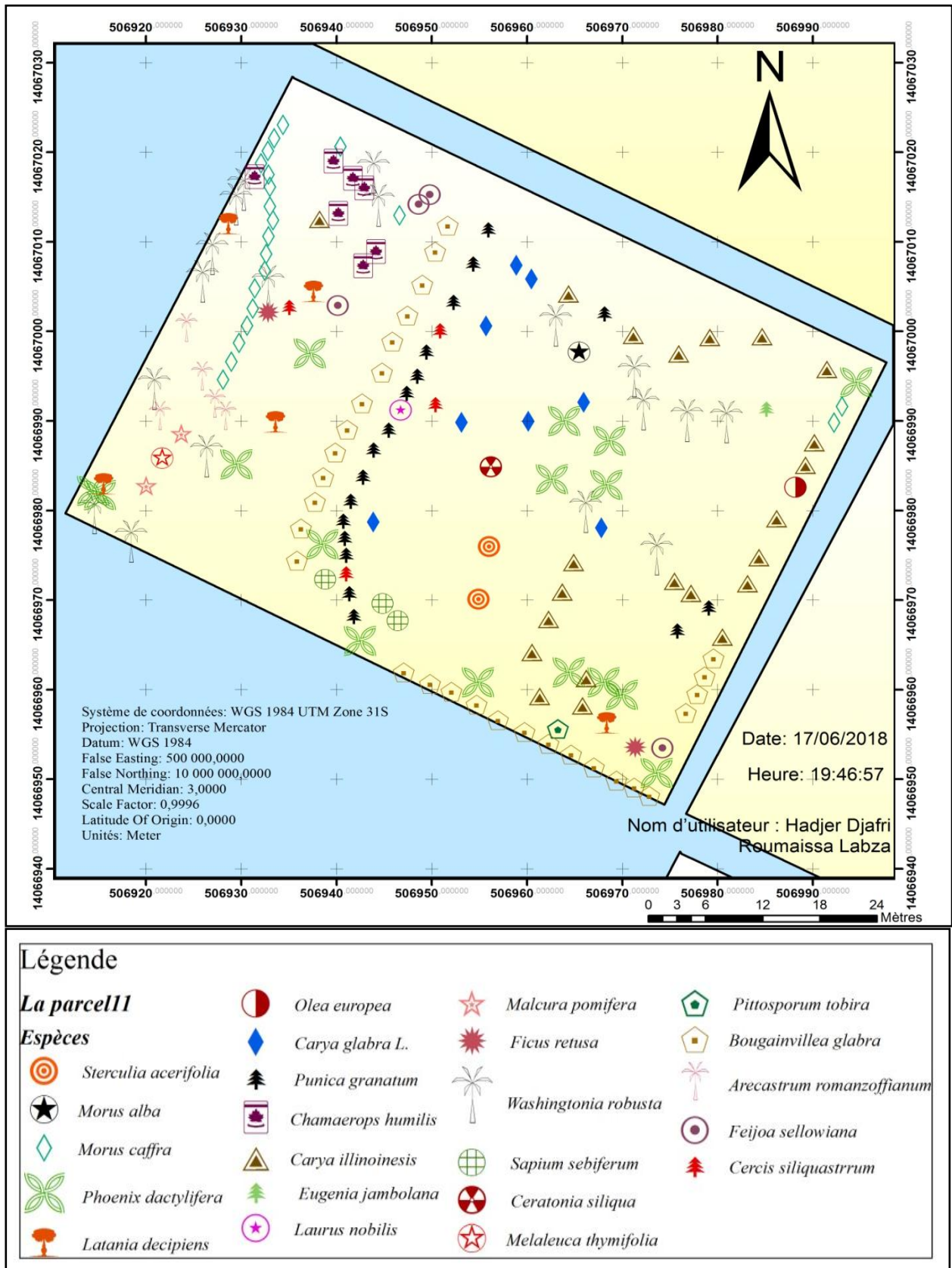


Figure 49 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 11.

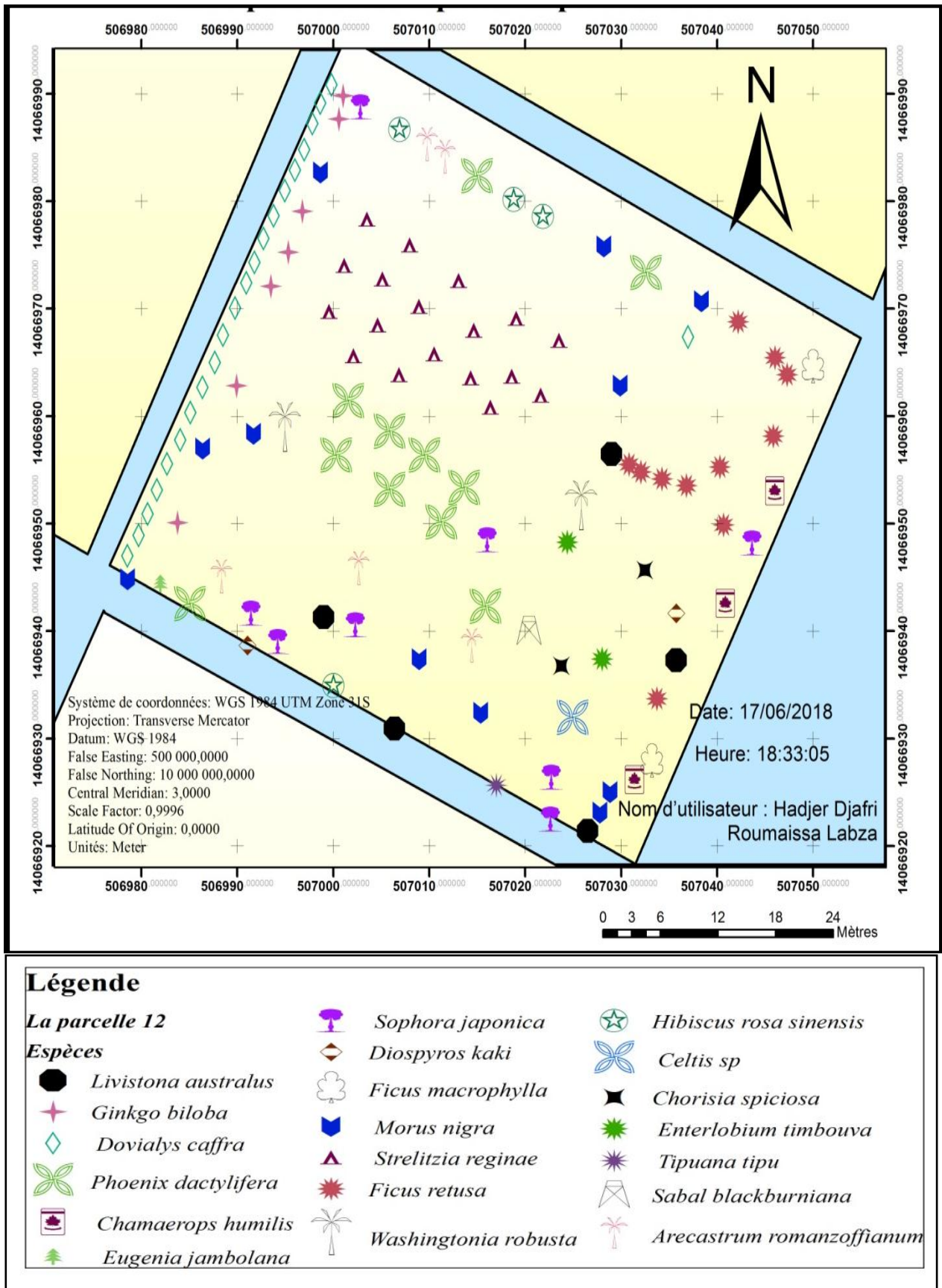


Figure 50 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle12.

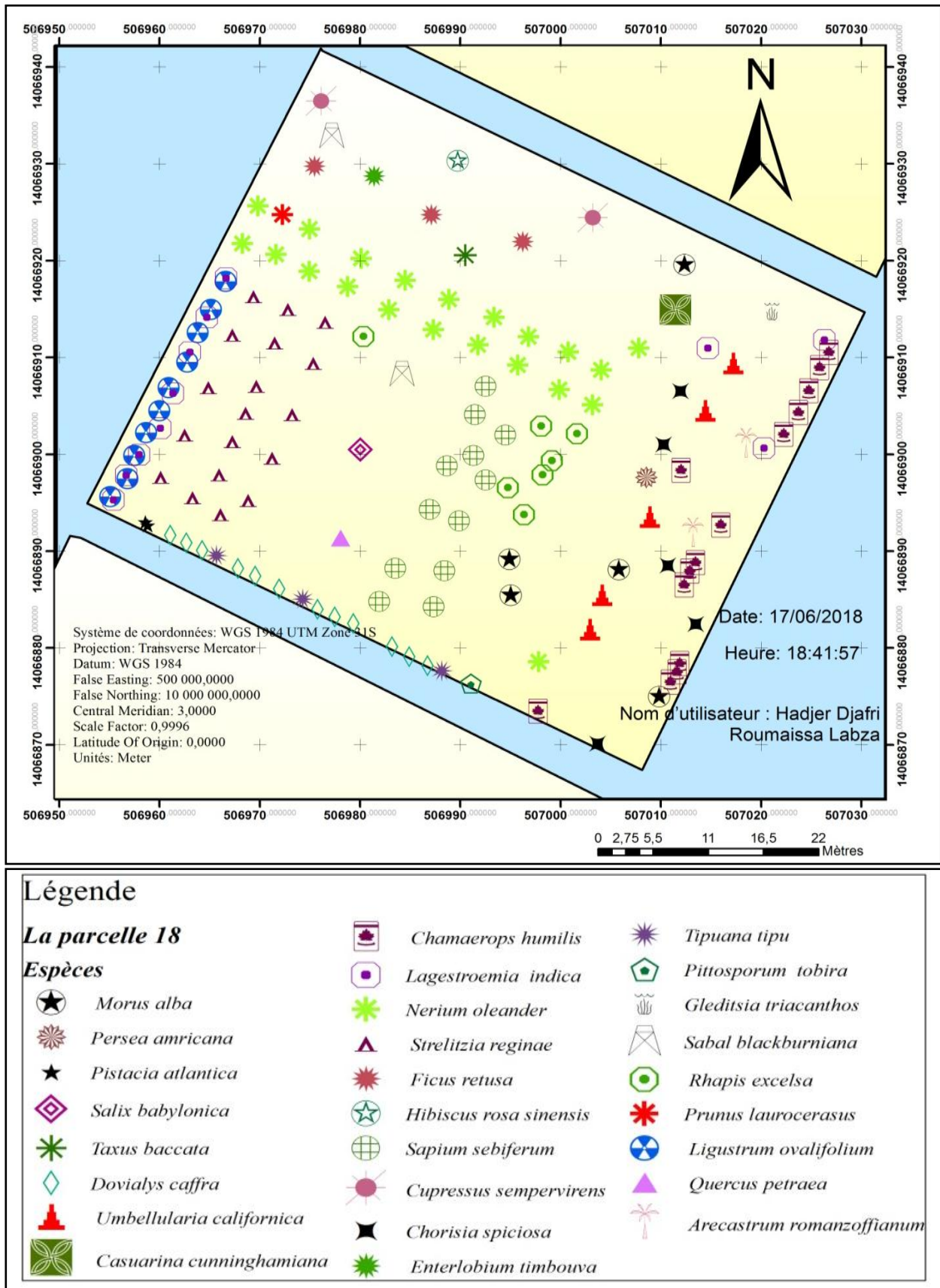


Figure 51 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 18.

2.3.7. Parcelle 23

La parcelle 23 occupe une superficie de 0,380659 ha, et se localise en face de la parcelle 24 (la zone humide). Elle représente l'aire de détente et un petit lac pour les canards.

Cette parcelle renferme 16 familles réparties comme suit : Cannabaceae, Araliaceae, Apocynaceae, Anacardiaceae, etc. et 23 genres comme : *Harpullia*, *Laurus*, *Livistona*, *Pinus*, etc. et 25 espèces (*Schinus teribenthifolius*, *Nerium oleander*, *Meryta denhamii*, etc.) (Figure 52).



Schinus teribenthifolius



Nerium oleander



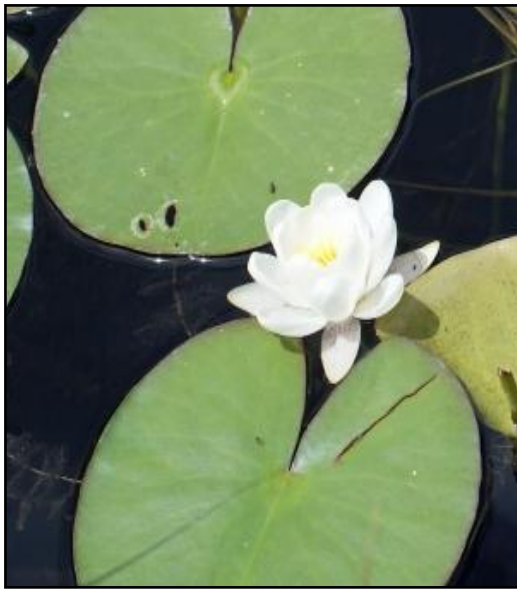
Meryta denhamii

Figure 52 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 23.

2.3.8. Parcelle 24

Ce carrée occupe une superficie 0,349754 ha, et caractérisé par une flore aquatique, il y a en introduction d'une multitude d'espèces, suite à la création d'une zone humide qui a été enrichie dans cette parcelle.

Nous avons recensé 23 familles (Caesalpiniaceae, Scrofulariaceae, Typhaceae, Brassicaceaea, etc.) représenté par 35 genres (*Arundo*, *Bauhinia*, *Fraxinus*, *Helosciadium*, etc.) et 36 espèces (*Nymphaea alba*, *Osmunda regalis*, *Plantago major*, etc.)(**Figure 53**).et il y a des semis naturels comme *Bauhinia*, *Phytolacca*. La zone humide créée en 2012.



Nymphaea alba



Osmunda regalis



Plantago major

Figure 53 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 24.

2.3.9. Parcelle 36

La parcelle 36 occupe une superficie 0,600738 ha, se localise en face le Jardin Anglais (la partie alphabet).

Cette parcelle regroupe une collection des 17 familles distribuées comme suit (Arecaceae, Podocarpaceae, Anacardiaceae, etc.) 26 genres (*Butia*, *Podocarpus*, *Washingtonia*, etc.) et 26 espèces (*Butia yatay*, *Washingtonia robusta*, *Podocarpus neriifolius*, etc.) plus un Sp (Figure 54). Aussi il comprend un alignement des Bambos.



Butia yatay



Washingtonia robusta



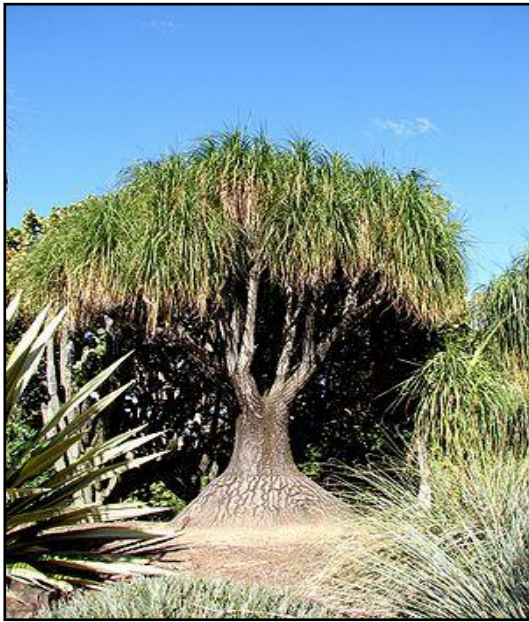
Podocarpus neriifolius

Figure 54 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 36.

2.3.10. Parcelle 41

La parcelle 41 occupe une superficie de 0,487322 ha, elle se situe à coté de la parcelle 36. Elle est de forme carrée et caractérisé par un ensemble des 09 familles répartie comme suit (Menispermaceae, Sterculiaceae, Mytaceae, Bignoniaceae, etc.) 16 genres (*Cocculus*, *Cyperus*, *Yucca*, *Ginkgo*, etc.) 16 espèces (*Nolina recurvata*, *Jacaranda mimosifolia*, *Howea belmoreana*, *Dombeya x cayeuxii*, etc.)(**Figure 55**). Cette parcelle occupée aussi par les serres.

Les parcelles 36 et 41 sont considérées comme une seule parcelle.



Nolina recurvata



Jacaranda mimosifolia



Howea belmoreana



Dombeya x cayeuxii

Figure 55 : quelques espèces dominantes dans la parcelle 41.

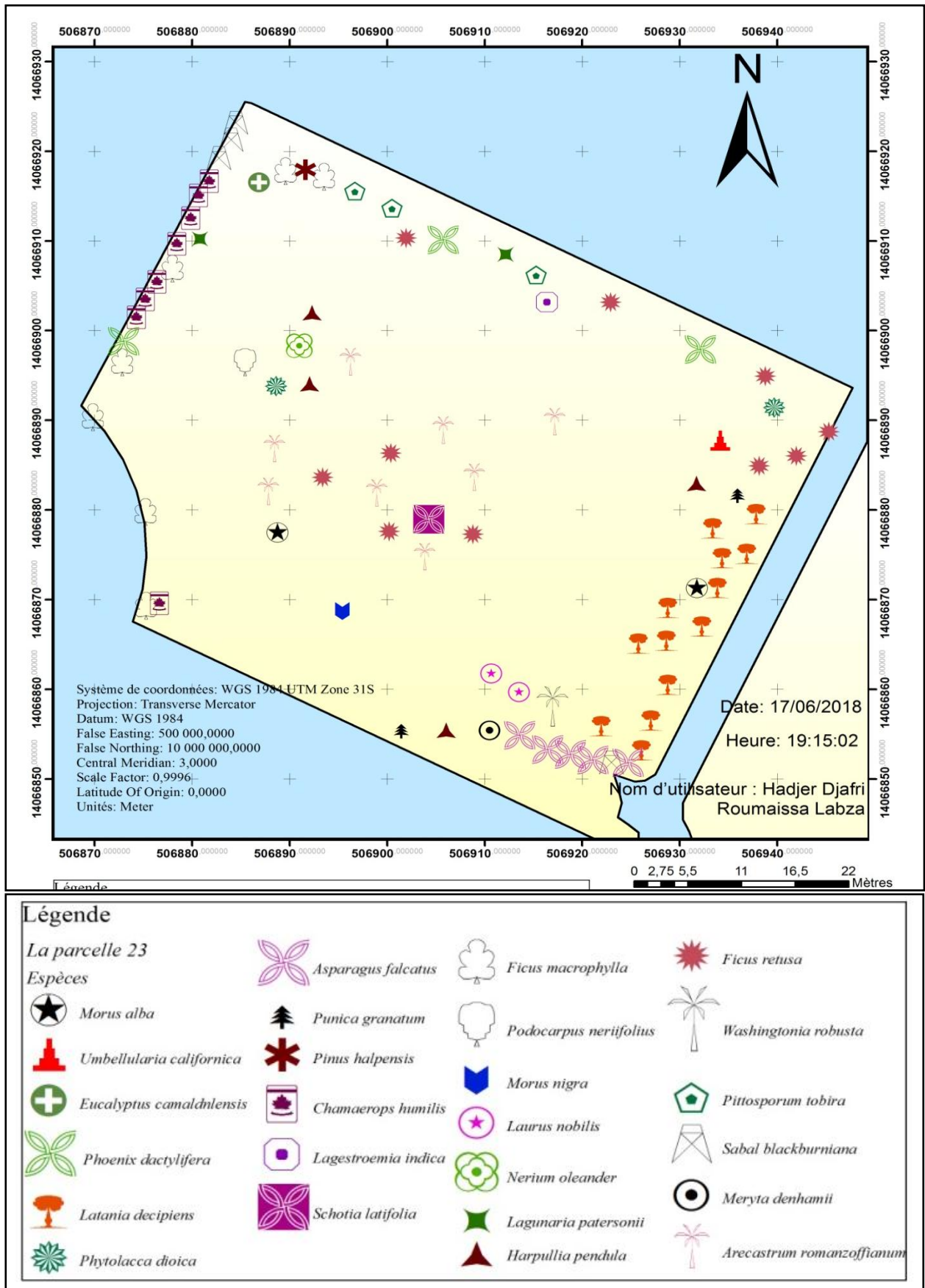


Figure 56 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 23.

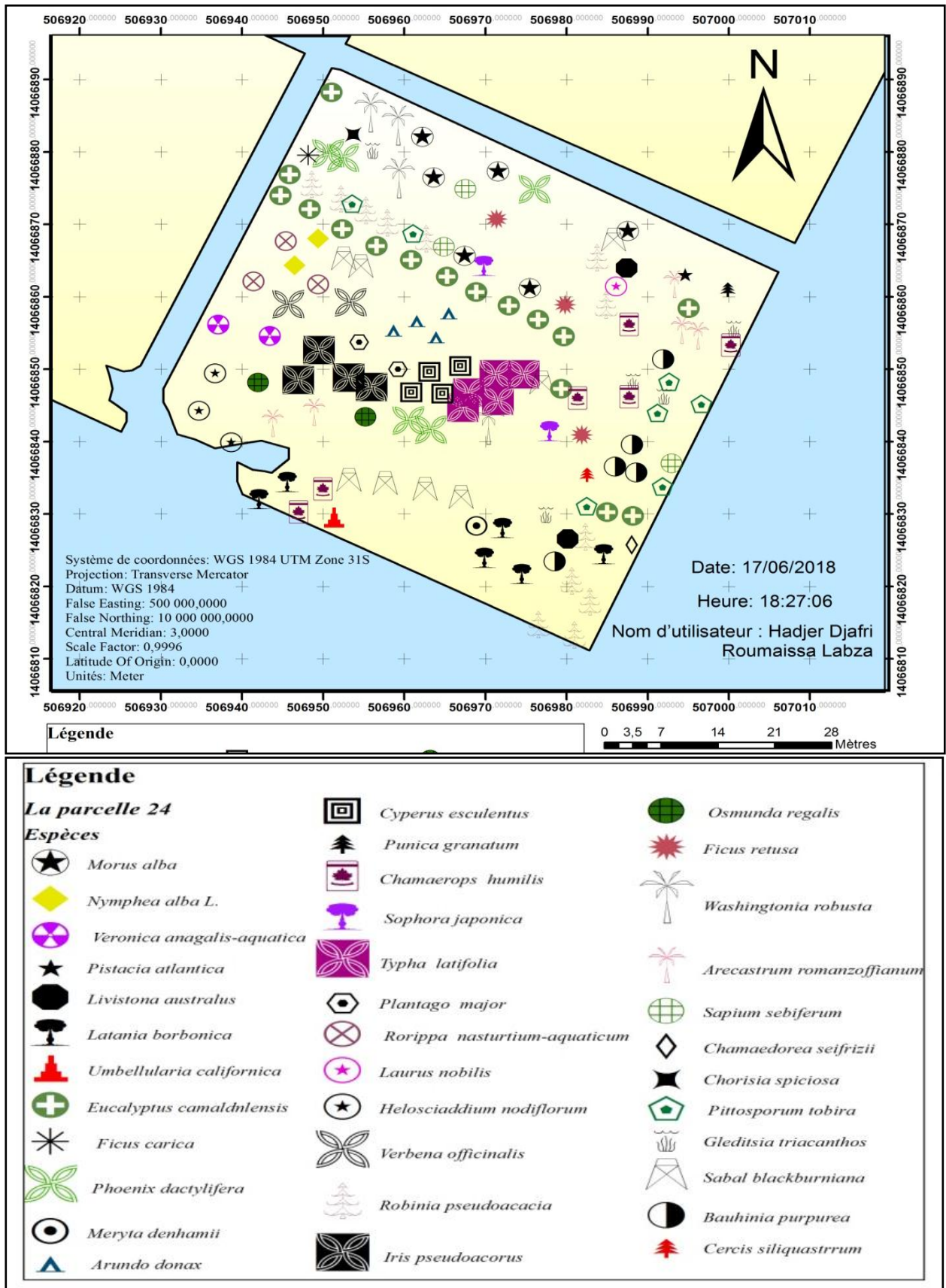


Figure 57 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 24.

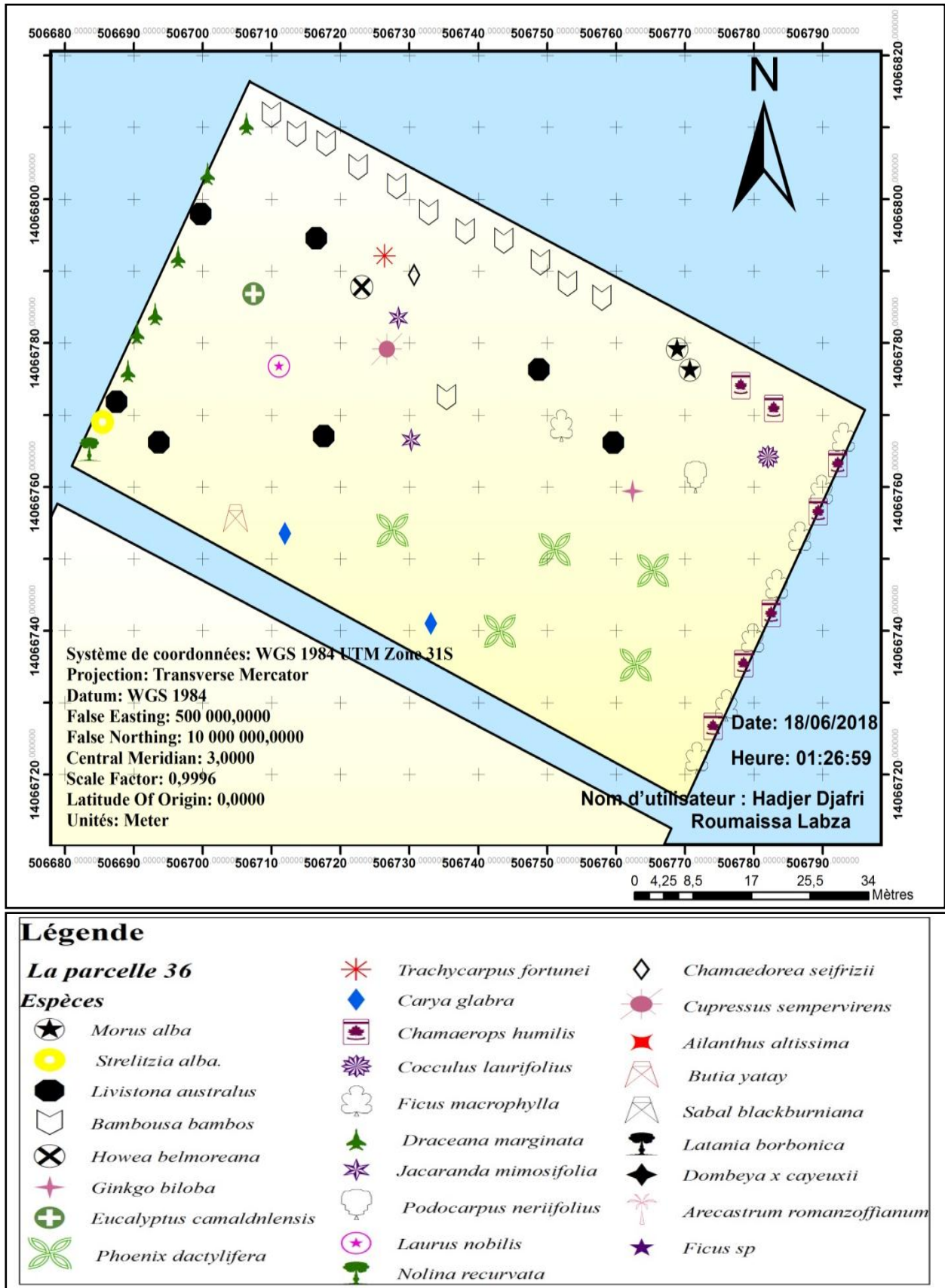


Figure 58 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 36.

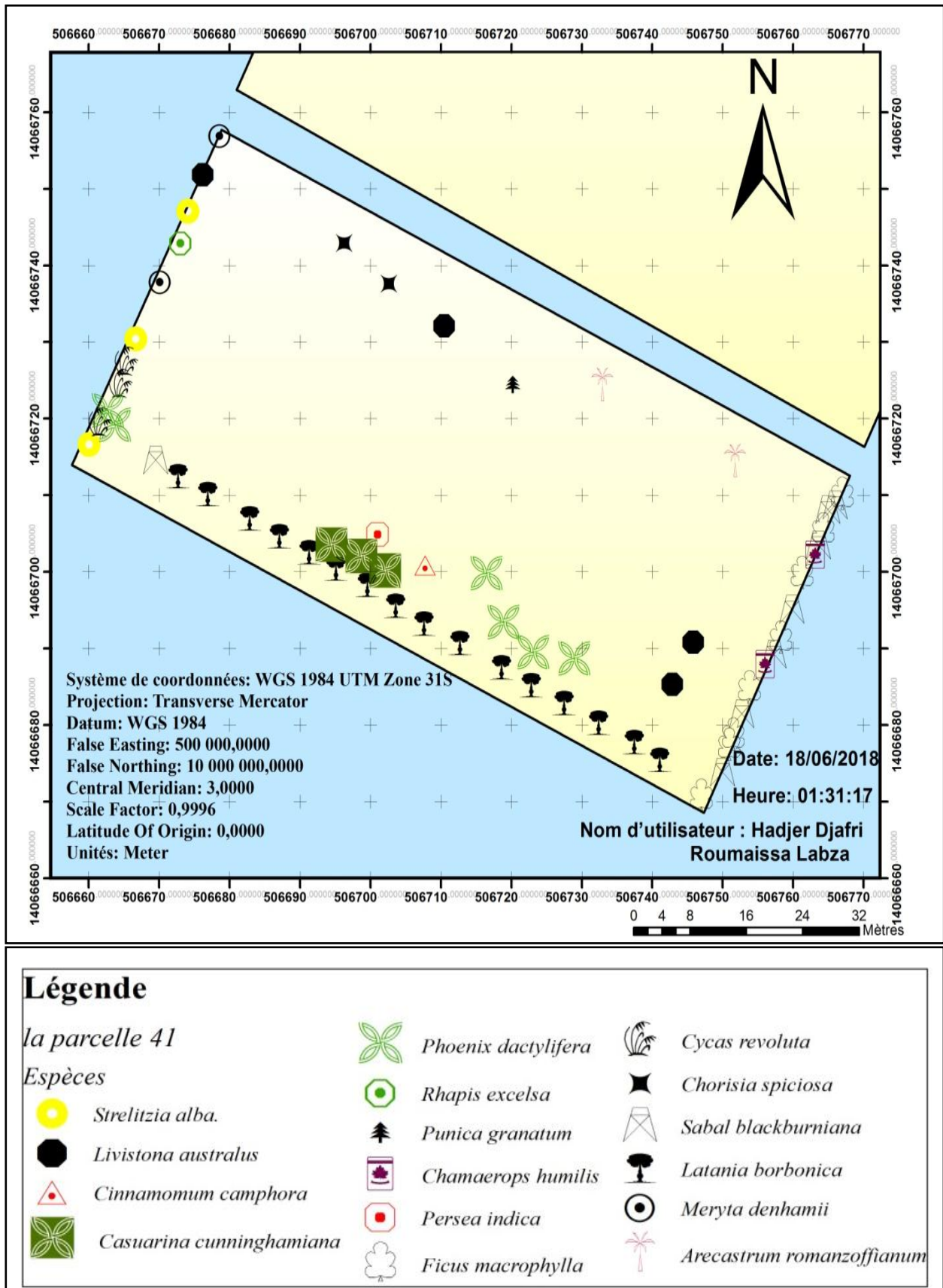


Figure 59 : Carte présente les espèces qui existent dans la parcelle 41.

Conclusion

Cette étude nous a permis de réactualiser l'inventaire floristique de la partie du jardin anglais, de localiser et de cartographier la distribution des espèces végétale. Ainsi, nous avons fait une identification exhaustive pour ce qui existe dans les parcelles (nombre familles, genres d'espèces et individus). Cette étude nous a guidé à proposer des opérations d'aménagements, pour un but principal, c'est le renforcement du style régulier du jardin anglais.

Chapitre V: Proposition d'aménagement du jardin anglais

1. Introduction

Godron en **1984** définis l'aménagement comme un ensemble des opérations qui permettent un rendement biologique soutenu grâce à l'établissement d'un état « normal » équilibré résultant de travaux d'entretiens et d'amélioration.

2. Unité d'aménagement jardinier

Le jardin anglais a été divisé en unités d'aménagement jardinier afin de rendre sa gestion plus efficace. La proposition de l'aménagement se base sur l'étude structurale du jardin, c'est donc une étude que nous avons analysé, et faire un diagnostique à l'état du jardin anglais de jardin d'essai du Hamma ou, nous avons établi un plan d'échantillonnage basée sur des placettes expérimentales indicatives qui nous ont permis d'établir un plan d'aménagement dans le cadre de développement durable. Le choix de station et l'observation de leur emplacement ont été réalisés selon un transect du jardin anglais.

Selon **Parde et Bouchon. (1988)**, la forme de placettes peut être circulaire, carrée ou rectangulaire, dans notre cas: la forme des parcelles est carrée. Avec une superficie totale de 4,220999 ha. Toutes les placettes répondant aux critères suivants:

- * Chaque placette est située dans un site homogène;
- * Les placettes sont éloignées d'influences externes (bord de route, construction, etc.) ;
- * Chaque placette est accompagnée par une fiche parcellaire portant les principales caractéristiques (**Figure 60**), le but de faire les placettes c'est de bien connaitre l'état des arbres.



Figure 60 : Fiche parcellaire de quelques carrées (41, 24, 16).

3. Traitement et entretenir de la végétation

A l'image de tous les organismes vivants, une forêt passe par différents stades successifs de la petite enfance, de la jeunesse, de l'adolescence de la maturité et pour peu qu'on ne la rajeunisse pas à ce stade, de la sénescence (Lanier, 1986).

3.1. Opérations d'entretien

« Bien connaître pour bien agir ».

- En fonction de l'âge et du type de peuplement, plusieurs opérations sont nécessaires au cours de la vie d'un jardin ;
- Gardez les arbres sains en élaguant les branches basses ;
- Coupez ces branches au ras du tronc sans blesser l'écorce;
- Conservez les jeunes arbres : Il est important de garder plusieurs générations d'arbres pour assurer la pérennité des berges; Ceci implique un fauchage sélectif (préserver les jeunes pousses d'arbres lors du fauchage) et manuel (fauche à la main). De même, favorisez la diversité d'espèces d'arbres, c'est-à-dire variez les espèces.

3.1.1. Taille de formation

1. Dépressage

Consiste à supprimer certain nombre de jeunes sujets issu d'une régénération naturelle dans un peuplement particulièrement dense tels que : *Euginia jambolana*, *Harpullia pendula*, *Phytolacca dioica*...etc. Dont la hauteur des tiges dominantes est le plus souvent inférieure à 9 m, toujours pour perfectionner la croissance de ceux restant,

2. Elagages

L'élagage et la taille de formation consistent à couper au ras du tronc les branches inutiles pour perfectionner la forme et un meilleur accroissement de l'arbre et la qualité du fût et du bois, contribue également à freiner le passage du feu de la surface à la cime en cas d'incendie.

En réduisant la taille des "nœuds" dont les fibres ne sont pas dans le même sens que le reste du bois, qui entraîne une faiblesse dans les pièces produites ou un déclassement commercial. La hauteur d'élagage fluctue généralement entre 2 et 10 mètres, et il se pratique dans l'ensemble des 10 ans sur les jeunes arbres.

Tous les arbres à exploiter seront marqués de manière visible sur leur tronc (écorçage).Le choix des pieds à exploiter tiendra compte de:

L'état sanitaire des arbres : Les coupes sanitaires concerneront en premier lieu les morts, Pieds malades, puis ceux présentant des malformations sévères (**Figure 61**).

Ce traitement est appliqué aux unités d'aménagement.



Figure 61: Etat sanitaire de bois dans le cas d'élagage.

3. Eclaircies

Les éclaircies sont applicables dans les peuplements denses pour favoriser la croissance des jeunes arbres en diminuant la concurrence interspécifique et intra spécifique. Cette opération est recommandée dans les unités de végétation 1, 2, et 3.

Déterminer l'espacement entre les plantations en tenant compte de la richesse du sol : 15 à 20 m pour les arbres à grande développement, 10 à 15m pour les arbres à moyen développement (**Figure 62**).

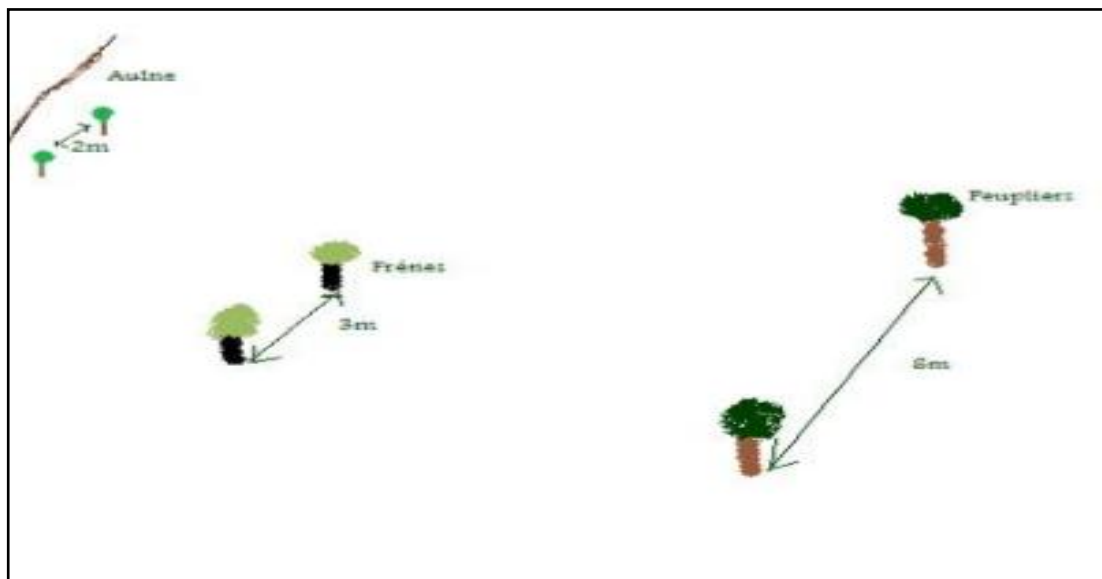


Figure 62 : Espacement des plantations.

4. Nettoiements

Les opérations de nettoiemnts sont prévues en fonction des atteintes pathologiques, l'existence des sujets morts sur pied par vieillissement, nécessitent l'intervention urgente par une proposition : élimination des pathogènes et les parasites afin de nettoyer les arbres à l'aide des produits sanitaires (**Figure 63**).



Figure 63: coupes du bois.

3.2. Création des carrées thématiques

On peut définir la création des carrées thématique comme la réalisation un carrée qui renferme un peuplement d'une seule variété, cette dernier comprend des meilleures caractéristiques.

On cite quelques exemples :

- Carrée des conifères existe au niveau d'Alger ;
- Création (plantation des vergers comme l'exploitation de carrée 06) ;
- Création des carrées nettement pour : *Carya sp* et *Strelitzia reginae*, pour le soutien de la production de ces espèces et leurs commercialisations qui destiné pour la production.

3.3. Création de nouvelles allées

Au fil des années, nous avons remarqué la dégradation des certaines allées, alors c'est nécessaire de faire une restauration des allées des ginkgos, lauriers (deux alignements) avec deux propositions :

5. On les rabatte complètement et on laisse les rejets régénéré les allées ;
6. On plante intercalèrent des nouveaux sujets.

4. Aménagement de sol des parcelles du jardin anglais

4.1. Nettoyage des parcelles

L'opération vise à évacuer ou détruire, dans le respect des réglementations, tout produit indésirable, Décombres, matériaux inertes, plastique, substances organiques ou encore chimiques, susceptibles de nuire des végétaux ou à une bonne dynamique du sol.

Délimitation de la zone par une barrière verte jouant le rôle d'écran et de périmètre de protection.

4.2. Mise en œuvre d'un plan d'aménagement, suivi et évaluation

L'application du plan d'aménagement est en principe sous la responsabilité du service d'entretien, dont le rôle essentiel est de veiller à ce que les exécutants et bénéficiaires respectent les règles édictées.

Comme toute décision de gestion, un plan d'aménagement n'est utile que si le suivi et le contrôle sont assurés sur le terrain, étape fondamentale qui conditionne la réussite de l'opération. Ce contrôle doit mener à une évaluation permanente qui consiste à analyser la pertinence du plan vis-à-vis de l'évolution du contexte.

Conclusion

La création du jardin d'essai remonte à 1832, à la fois véritable muséum du végétal et l'un des joyaux zones touristiques de l'Algérie, situé dans la partie Nord-Est d'Alger à l'étage bioclimatique sub-humide à variante à hiver chaud. La conservation d'un pareil patrimoine suppose une connaissance exacte des espèces qui le composent, de leur rareté, de leur état de régression et des dangers qui les menacent. Donc il faut inventorier ce gigantesque fonds d'informations, l'ordonner, le mettre en mémoire, le gérer. Une tâche si vaste que les professionnels de la botanique n'y suffisent pas, donc les cartographes peuvent intervenir.

Dans ce contexte et dans le but de faciliter la gestion et la conservation de ce patrimoine, nous avons opté pour la cartographie et l'actualisation de l'inventaire de la partie du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma (Alger), de ce fait plusieurs couches de carte ont été réalisées.

L'étude est basée essentiellement sur l'exploitation d'une carte grâce au logiciel de SIG. Cette approche a permis la réalisation des cartes de jardin anglais. L'étude montre que les Systèmes d'information géographique (SIG) sont très utiles pour cartographier et quantifier les objets géographiques. Cependant, les résolutions des cartes surtout quand elles sont grandes, ne permettent pas souvent de discriminer les objets. Toutefois, les cartes élaborées peuvent servir d'outils très utiles pour les décideurs et tous les acteurs de la gestion des ressources naturelles.

Les SIGs utilisent les moyens informatiques pour traiter, structurer, rassembler et analyser les données relatives aux objets représentés sur les cartes ou les plans, ainsi que les informations qui lui sont directement attachées. L'étude montre que les Systèmes d'information géographique (SIG) sont très utiles pour cartographier et quantifier les objets géographiques. Toutefois, les cartes élaborées peuvent servir d'outils très utiles pour les décideurs et tous les acteurs de la gestion des ressources naturelles.

Le principe de cette étude est basé essentiellement sur l'exploitation d'une carte autocade pour cartographier le jardin d'essai du Hamma (cas du jardin anglais) et construire une base de données sur la flore existe dans cette dernière.

La présente étude s'inscrit donc dans le cadre de l'utilisation de technologie de SIG, dans le domaine de la biodiversité. Eu égard ce qui précède, et les constatations formulées à travers la documentation consultée, on constate que le jardin d'essai (cas du jardin anglais) abrite une biodiversité remarquable reflétant la diversification climatique et topographique de

son territoire, le jardin d'essai du Hamma est le plus riche et le plus conservée par le monument naturel.

Sur le plan de l'inventaire, l'analyse des résultats nous a permis d'identifier 100 espèces, 91 genres repartis en 54 familles.

Pour l'élaboration de la carte thématique synthétique sur la base de données recueillis sur terrain, nous avons suivie des démarches purement novatrices avec l'utilisation d'un GPS et d'un SIG qui sont des moyens indispensables dans notre représentation cartographique, cette dernière nous a permis de localiser toutes les espèces de la zone d'étude, et de délimiter les parcelles.

Cette approche, peut servir de base pour avoir un plan de gestion, cet inventaire jumelé à ce type de carte est un outil qui permet aux gestionnaires de faire un diagnostic fiable rapide pour une meilleure prise de décisions en termes d'aménagement.

Il est souhaitable de poursuivre et d'élargir cette étude dans l'ensemble du jardin pour atteindre notre objectif il faut régler toutes les contraintes qui sont les causes principales de l'échec de toute tentative d'aménagement.

L'aménagement proposé pour notre zone d'étude a pour but essentiel la conservation du jardin anglais du Hamma. Nous espérons que les suggestions proposées serviront de modèle pour éventuel plan d'aménagement.

En fin, nous espérons que ce modeste travail sera pris en considération comme une base pour la réhabilitation du jardin d'essai du Hamma.

Bibliographies

- Beldjazia A., 2009, Etude écologique et Cartographique de la végétation du massif de la mahouna (Guelma), Thèse Magister, Université Badji Mokhtar Annaba, 46-51 P.
- Belhadj A. et Belhadj AI. et Smara y., 2003, Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie, 2nd FIG Regional Conference Marrakech, Morocco,
- Benguerai., 2009, Contribution à l'élaboration d'un SIG pour une région steppique: wilaya de Naâma (Algérie) Université de Alicante, page 25.
- Booth B. et Andy M., 2001, Getting Started with ArcGIS -Environmental Systems Research Institute, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA, 253 p.
- Bradley S., 2008, Atmospheric Acoustic Remote Sensing, CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742 (ISBN10: 0849335884). 2008, 3 P.
- Brimicombe A., 2010, GIS Environmental Modelling and Engineering, Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE (ISBN-10: 0415259231), 118-186 P.
- Carra P. et Guit M., 1952. Le Jardin d'Essai du Hamma, Alger, Direction d'horticulture, Alger, 17 p.
- Carra P. et Guit M., 1872. Le Jardin d'essai du Hamma, Alger, Gouvernement général de l'Algérie, Direction de l'Agriculture, 114 p.
- Chalon J. 1872. Notes d'un touriste : Le Jardin d'essai d'Alger. La Belgique horticole.
- De By A et De By R. et al., Knippers R. et Sun Y. et Ellis M. et Kraak., M. et Weir M. et Georgiadou Y. et Radwan M. et Westen C. et Kainz W. et Sides E., 2000, Principles Of Geographic Information Systems, The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Hengelosestraat 99, P.O. Box 6, 7500 AA Enschede, The Netherlands, 28-117 P.
- Dobignard A. et Chetelain C., 2013. Index synonyme, flore d'Afrique du Nord édition des conservatoires et jardin botaniques, Genève, volume 5. pp : 401.
30. Ecrement Y., 1996. Etude pédologique du jardin d'essai Institu National de Recherche, Alger, 190 p.
-

Fotheringham S., Rogerson P., 1994, Spatial analysis and GIS, Edited by CRC Press (ISBN10: 0748401040), p 80.

Harmon, 2003, The Design and Implementation of Geographic Information Systems, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey (ISBN-10: 0471204889), 28 P.

Harvey F., 2008, A primer of fundamental geographic and cartographic concepts, the Guilford press New York London, 65 p.

Institu atlantique d'aménagement des territoires IAAT, 2003, Cahier méthodologique sur la mise en œuvre d'un SIG, 65 P.

Karen.k., 2008, encyclopedia of geographic information science, SAGE Publications, Inc. 2455 Teller Road Thousand Oaks, California 91320, 98 P Kennedy M. et Kopp S., 2000, Understanding Map Projections, GIS by ESRI™, *Environmental Systems Research Institute*, 45-68 P.

Konecny M, Zlatanova S., Bandrova T., 2010, Geographic Information And Cartography For Risk And Crisis Management: Towards Better Solutions (Lecture Notes In Geoinformation And Cartography), 55-94 p.

Laribi, G. et Hadjadj, S. 2012, Le Jardin d'essai du Hamma : histoire d'un jardin colonial, dans Abderrahmane Bouchène, Jean-Pierre Peyroulou, Ouanassa Siari Tengour et Sylvie Thénault, Histoire de l'Algérie à la période coloniale : 1830-1962, Éd. La Découverte et Barzakh, pp. 120-123.

49. Seltrez P., 1961, Climat de l'Algérie travaux de l'Inst. Météo et Physique du Globe, Alger, 218p.

Longley et al., Goodchild M., Maguire D., Rhind D., 2004, Geographic Information Systems and Science 2nd Edition- p 65.

Lovett A. et Appleton K., 2008, GIS for Environmental Decision-Making, CRC Press; 1 edition (ISBN-10: 0849374235), 99 p.

Lusch D., 1999, fundamental of gis emphasizing gis use for natural resource management, 9-15 p.

MacEachren D., Kraak M, 2005, EXPLORING GEOVISUALIZATION-ELSEVIER Ltd the Boulevard, Langford lan kidington, Oxford Ox5 1 GB UK, Published on behalf of the International Cartographic Association by Elsevier, p224.

McCoy J. et Johnston. 1993, Using Arcgis Spatial Analyst, Environmental Systems Research Institute, ESRI Press (ISBN-10: 1589480058), 240 P.

Navratil, 2009, Research Trends in Geographic Information Science, Springer; Softcover reprint of hardcover 1st ed (ISBN-10: 3642099971), p 165.

Obermeyer N., Pinto j., 2008, Managing Geographic Information Systems, The Guilford Press A Division of Guilford Publications, Inc. 72 Spring Street, New York, NY 10012.

Peterson D., Resetar S., Brower J., Diver R., 1999, Forest Monitoring and Remote Sensing, A Survey of Accomplishments and Opportunities for the Future, Spring, Verlag Berlin Heidelberg, 98-180 P.

Rolf A. de By et al., 2000, principles of geographic information systems, the international institute of aerospace survey and earth sciences ITC-hengelosestraat 99, P.O.box 6, 7500 AA eschede, the Netherlands, p 79.

Ruas A., 2011, Generalisation of geographic information: Cartographic modelling and applications-Published on behalf of the International Cartographic Association by Elsevier, 87 P.

Skidmore A., 2002, Environmental Modelling with GIs and Remote Sensing, First published 2002 by Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE, 55-173 p.

Verbyla, 2002, Practical GIS Analysis, First published 2002 by Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE (ISBN-10: 0415286093), 125 p.

Weng Q., 2010, Remote Sensing and GIS Integration theories, Methods, and Applications, The McGraw Hill Companies, Inc. 70-135 p.

Maianguet M., 1990, La désertification : une crise autant socio-économique que climatique. Rev. Science et changement planétaires, Sécheresse, vol.1, N°3,187-195.

Malingreau J.P. et Tucker C.J.,1987, La végétation vu de l'espace. Revue. la recherche, 18, N°185, 180-190

Pouget M., 1980, les relations sol-végétation dans les steppes sud Algéroises. Ed.O.R.S.T.O.M. Paris, n°16,555p.

Annexe 01 : Liste des espèces 2018

Liste des espèces 2018			
Nbr des sp	Nom scientifique	Famille	Nbr des pieds
1	<i>Ailanthus altissima</i>	Simaroubaceae	01
2	<i>Araucaria bidwillii</i>	Araucariaceae	02
3	<i>Araucaria sp</i>	Araucariaceae	01
4	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	Arecaceae	64
5	<i>Arundo donax</i>	Poaceae	04
6	<i>Asparagus falcatus</i>	Asparagaceae	05
7	<i>Bambusa bambos</i>	Poaceae	14
8	<i>Bauhinia purpurea</i>	Caesalpinaceae	05
9	<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae	30
10	<i>Brachychiton diversifolius</i>	Malvaceae	05
11	<i>Butia yatay</i>	Arecaceae	01
12	<i>Carya glabra</i>	Juglandaceae	11
13	<i>Carya illinoensis</i>	Juglandaceae	24
14	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Casuarinaceae	06
15	<i>Celtis sp</i>	Ulmaceae	01
16	<i>Ceratonia selliqua</i>	Fabaceae	01
17	<i>Cercis siliquastrum</i>	Fabaceae	08
18	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Arecaceae	02
19	<i>Chamaerops humilis</i>	Arecaceae	52
20	<i>Chorisia spiciosa</i>	Malvaceae	11
21	<i>Cinnamomum camphora</i>	Lauraceae	01
22	<i>Cocculus laurifolius</i>	Menispermaceae	01
23	<i>Cycas revoluta</i>	Cycadaceae	04
24	<i>Cyperus esculentus</i>	Cyperaceae	04
25	<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	33
26	<i>Diospyros kaki</i>	Ebenaceae	02
27	<i>Dombeya x cayeuxii</i>	Sterculiaceae	01
28	<i>Dovyalus caffra</i>	Salicaceae	100
29	<i>Dracacena marginata</i>	Asparagaceae	11
30	<i>Enterolobium timbouva</i>	Fabaceae	04
31	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	18
32	<i>Eugenia jambolana</i>	Myrtaceae	02
33	<i>Feijoa sellowiana</i>	Myrtaceae	04
34	<i>Ficus carica</i>	Moraceae	01
35	<i>Ficus macrophylla</i>	Moraceae	29
36	<i>Ficus retusa</i>	Moraceae	36
37	<i>Ficus sp</i>	Moraceae	10
38	<i>Ginkgo biloba</i>	Gingkoaceae	08
39	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fabaceae	08

Annexe la suite			
40	<i>Harpullia pendula</i>	Sapindaceae	05
41	<i>Helosciadium nodiflorum</i>	Apiaceae	04
42	<i>Hibiscus rosa sinesis</i>	Malvaceae	14
43	<i>Howea belmoreana</i>	Arecaceae	01
44	<i>Iris pseudoacorus</i>	Iridaceae	04
45	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	02
46	<i>Lagerstroemia indica</i>	Lythraceae	12
47	<i>Lagunaria patersonii</i>	Malvaceae	02
48	<i>Latania borbonica</i>	Arecaceae	31
49	<i>Latania decipiens</i>	Arecaceae	22
50	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	08
51	<i>Ligustrum compactum</i>	Oleaceae	06
52	<i>Ligustrum ovalifolium</i>	Oleaceae	10
53	<i>Livistona australis</i>	Arecaceae	22
54	<i>Maclura pomifera</i>	Moraceae	02
55	<i>Melaloca thymifolia</i>	Myrtaceae	01
56	<i>Meryta denhamii</i>	Araliaceae	05
57	<i>Morus alba</i>	Moraceae	27
58	<i>Morus nigra</i>	Moraceae	12
59	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	38
60	<i>Nolina recurvata</i>	Liliaceae	01
61	<i>Nymphaea alba</i>	Nymphaeaceae	02
62	<i>Olea europea</i>	Oleaceae	10
63	<i>Osmunda regalis</i>	Osmundaceae	02
64	<i>Persea indica</i>	Lauraceae	01
65	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	01
66	<i>Phoenix canariensis</i>	Arecaceae	03
67	<i>Phoenix dactylifera</i>	Arecaceae	103
68	<i>Phytolacca dioica</i>	Phytolaccaceae	21
69	<i>Pinus halpensis</i>	Pinaceae	05
70	<i>Pistacia atlantica</i>	Anacardiaceae	02
71	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae	50
72	<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	02
73	<i>Platanus orientalis</i>	Platanaceae	01
74	<i>Podocarpus neriifolius</i>	Podocarpaceae	03
75	<i>Prunus laurocerasus</i>	Rosaceae	01
76	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	23
77	<i>Quercus petraea</i>	Fagaceae	01
78	<i>Rhapis excelsa</i>	Arecaceae	08
79	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	19
80	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Brassicaceae	03
81	<i>Sabal blackburniana</i>	Arecaceae	44

Annexe la suite			
82	<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	01
83	<i>Sapium sebiferum</i>	Euphorbiaceae	18
84	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	04
85	<i>Schotia latifolia</i>	Fabaceae	06
86	<i>Sophora japonica</i>	Fabaceae	11
87	<i>Sterculia acerifolia</i>	Malvaceae	02
88	<i>Strelitzia alba</i>	Strelitziaceae	13
89	<i>Strelitzia reginae</i>	Strelitziaceae	53
90	<i>Taxus baccata</i>	Taxaceae	01
91	<i>Thuja occidentalis</i>	Cupressaceae	03
92	<i>Tipuana tipu(Machaerium)</i>	Fabaceae	04
93	<i>Trachycarpus fortunei</i>	Arecaceae	02
94	<i>Typha latifolia</i>	Typhaceae	05
95	<i>Umbellaria californica</i>	Lauraceae	13
96	<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	02
97	<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	Scrofulariaceae	02
98	<i>Washingtonia filifera</i>	Arecaceae	18
99	<i>Washingtonia robusta</i>	Arecaceae	45
100	<i>Yucca elephantipes</i>	Asparagaceae	04

Annexe 02 : Caractérisation des parcelles de la carte thématique.

N° des parcelles	Nombre des familles	Nombre des genres	Nombre des espèces	La surface (ha)	Le périmètre (m)
04	19	30	33	0,542082	407,705
05	15	24	26 + Sp	0,445317	267,15
06	11	18	18 + 2Sp	0,37897	240,253
11	13	22	23	0,38292	249,726
12	10	20	19 + Sp	0,333121	231,189
18	18	27	27	0,320116	227,227
23	16	23	25	0,3806959	253,967
24	23	35	36	0,349754	250,368
36	17	26	26 + Sp	0,600738	320,665
41	09	16	16	0,487322	297,737

Résumé

Le présent travail a été réalisé au niveau du jardin d'essai du Hamma (Jardin anglais) qu'il se situe dans la commune Belouizdad d'Alger. Notre objectif au début était l'évaluation et l'actualisation de la diversité floristique du jardin par l'inventaire floristique, et par une étude cartographique l'objectif était l'établissement d'une carte thématique avec un système d'information géographique (SIG) et le logiciel ArcGis 10.3 qui était le moyen principal dans notre représentation cartographique. L'analyse des résultats nous a permis d'identifier 100 espèces, 91 genres repartis en 54 familles. L'analyse des données nous a permis de construire une base de données à fin de l'établissement d'une carte thématique et l'actualisation de l'inventaire floristique de la partie du jardin anglais. Cette analyse présente un certain intérêt physiognomique, dynamique et écologique, et met le point sur l'importance et la richesse du couvert végétal, ainsi qu'elle fournit un outil précieux de surveillance et de gestion. En fin, l'aménagement proposé pour notre zone d'étude a pour but essentiel la conservation du jardin anglais du jardin d'essai du Hamma.

Mots clés : Aménagement, Biodiversité, Cartographie, Inventaire, Jardin anglais, système d'information géographique (SIG).

Abstract

The present work was carried out at the test garden of *Hamma* (English garden) located in Belouizdad town district of Algiers. Our goal at the beginning was to evaluate and update the floristic diversity of the garden by a floristic inventory, and by a cartographic study, the objective was to establish a thematic map with a geographical information system (GIS) and the ArcGis 10.3 software was the main way in our cartographic representation. The analysis of the results allowed us to identify 100 species, 91 genera distributed in 54 families. The data analysis allowed us to build a database at the end of the establishment of a thematic map and the updating of the floristic inventory of the part of the English garden. This analysis has a certain physiognomic, dynamic and ecological interest, and highlights the importance and richness of the vegetation cover, as well as providing a valuable tool for monitoring and management. Finally, the proposed development for our study area has as its main purpose the conservation of the English garden of Hamma test garden.

Keywords: development, biodiversity, cartography, Inventory, English garden, geographical information system (GIS)

المخلص

انجز هذا العمل على مستوى حديقة التجارب (الحديقة الإنجليزية) الواقعة في بلدية بلوزداد بالجزائر العاصمة، هدفنا في البداية هو تقييم و اجراء جرد جديد للفلورا من خلال جرد احصائي، كذلك قمنا بدراسة كرتوغرافية بإنشاء خرائط لمنطقة الدراسة، بواسطة نظام معلومات جغرافي (SIG) و البرنامج ArcGis 10.3 الذي كان هو الوسيلة الرئيسية في عملية انشاء الخرائط، سمح لنا تحليل نتائج الفلورا بإحصاء 100 نوع ، 91 جنس مقسمة إلى 54 عائلة. كما سمح لنا تحليل كل المعطيات بإنشاء قاعدة بيانات من أجل إنشاء خريطة موضوعية تعرض الاحصاء الحديث للفلورا لجزء الحديقة الإنجليزية. هذا التحليل له اهمية فيزيولوجية، ديناميكية وبيئية، كما انه يسلط الضوء على أهمية و غنى الغطاء النباتي ، فضلا عن توفير أداة قيمة للمراقبة وإدارة التنوع الحيوي للحديقة، وأخيراً ، فإن مقترح التهيئة لمنطقة الدراسة الخاصة بنا غرضه الرئيسي هو الحفاظ على التنوع الحيوي للحديقة الإنجليزية بحديقة التجارب بالحامة.

الكلمات المفتاحية: التهيئة، التنوع البيولوجي، رسم الخرائط، إحصاء الحديقة الإنجليزية، نظام المعلومات الجغرافية
