

**Etude collaborative du
Parc Naturel Régional des Baronnies
Provençales (PNRBP)
& du Conservatoire Botanique National Alpin
(CBNA)**

Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, Faculté des Sciences et
Techniques de Saint-Etienne

Master Ecologie et Ethologie appliquées

-- Anna-Karine JEAN --

Rapport de stage de césure, Année Universitaire 2015-2016

Maîtres de stage :

Alexandre VERNIN, chargé de mission
patrimoines culturels et culture du PNRBP &
Luc GARRAUD, Botaniste au CBNA

Tuteur académique :

Clémentine VIGNAL, Enseignant chercheur
et responsable du Master 2 Ecologie et
Ethologie appliquées de l'UJM

Le Tilleul sauvage *Tilia platyphyllos* Scop. sur le territoire du Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales



*Vue sur les Baronnies Provençales et rameaux, feuillages, fleurs et
semis de Tilia platyphyllos (17.05.16, Anna-Karine Jean)*



Conservatoire Botanique National



REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de l'étude et de la rédaction de ce rapport.

Je remercie l'ensemble des structures qui m'ont permis de faire ce stage durant mon année de césure : le Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales (PNRBP), le Conservatoire botanique national alpin (CBNA) et la faculté des Sciences et Techniques de l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne.

Merci au directeur du PNRBP, M. Tardy L., au directeur du CBNA, M. Liénard B., ainsi que Mme Vignal C., responsable du Master 2 Ecologie et Ethologie appliquées, qui ont autorisé la concrétisation de cette étude collaborative.

Je tiens à remercier vivement mes encadrants et maîtres de stage : M. Garraud L., botaniste au CBNA qui a partagé son savoir avec plaisir, m'a guidée et m'a conseillée pour la construction et l'achèvement de l'étude ; M. Vernin A., chargé de mission « patrimoines culturels et culture » au PNRBP et M. Ronzani C., paysagiste DPLG, chargé de mission « paysages et urbanisme » au PNRBP, qui ont montré leur intérêt pour le stage et ont été d'une grande aide pour l'apport en connaissances patrimoniales et historiques.

Je présente également ma grande reconnaissance aux collègues du CBNA avec qui j'ai eu l'occasion de travailler et d'apprendre, au bureau et sur le terrain, avec joie et curiosité, ainsi qu'à ceux qui m'ont aidé lors de la relecture du rapport.

Un grand merci à mon entourage, en particulier Elodie, Laetitia, Loreline, Katinka, Jordan et Sébastien qui m'ont soutenue, épaulée et conseillée durant la totalité du stage.

Enfin, tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à mener à bien ce stage, reçoivent ma gratitude et ma parfaite considération.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	I
Table des matières	II
Table des illustrations	IV
Table des tableaux	IV
Abréviations.....	V
Glossaire	V
Introduction	1
Matériel et Méthodes	5
I. Récolte des données	5
1. Transects.....	5
2. Relevés phytosociologiques de la flore vasculaire	6
3. Prélèvements.....	6
4. Les Bryophytes	6
II. Traitements des observations – cortège floristique, chorologie, biologie, écologie, biométrie	6
1. Types chorologiques.....	7
2. Types biologiques.....	7
3. Phénologie	8
4. Ecologie et habitats.....	8
5. Mesures biométriques.....	9
Résultats.....	10
I. Cartographie.....	10
II. Transects et Relevés	10
1. Sites et transects	10
a. Montagne d’Arambre	10
i. Tillaie n°1 : 07 – T1.....	10
b. Montagne de Chamouse	10
i. Tillaie n°1 : 25 – T1.....	10
c. Rocher de Beaumont	12
i. Tillaie n°1 : 22 – T1 :.....	12
ii. Tillaie n°2 : 22 – T2 :	12
d. Rocher de la Fubie (Trescléoux).....	12
i. Tillaie n°1 : 73 – T1.....	12
e. Montagne de Chabre.....	12
i. Tillaie n°1 : 23 – T1.....	12
ii. Tillaie n°2 : 23 – T2.....	12
f. Montagne de Saint-Genis	13

i.	Tillaie n°1 : 01 – T1.....	13
ii.	Tillaie n°2 : 01 – T2.....	13
g.	Montagne de l'Ubac (Ribiers).....	13
i.	Tillaie n°1 : 78 – T1.....	13
2.	Observations – Conclusion(s).....	13
3.	Fréquence et richesse spécifiques.....	14
4.	Recouvrement de <i>T. platyphyllos</i> sur les transects.....	15
III.	Relevés et traits phénologiques, biologiques, écologiques.....	15
1.	Tillaies toutes confondues.....	15
a.	Type chorologique.....	15
b.	Type biologique.....	15
c.	Altitude.....	16
d.	Floraison.....	16
e.	Pollinisation.....	16
f.	Dissémination.....	16
g.	Observation générale.....	16
2.	Comparaison inter-Tillaies.....	18
a.	Chorologie.....	18
b.	Type biologique.....	18
c.	Sensibilité au pH.....	19
d.	Affinité au sol.....	20
IV.	Mesures des échantillons prélevés.....	20
	Discussion.....	21
I.	Habitat.....	21
II.	Chorologie, dynamique biologique et écologie.....	22
III.	Dynamique démographique de <i>T. platyphyllos</i>	23
IV.	Biométrie et diversité intra-spécifique de <i>T. platyphyllos</i>	25
V.	Synthèse de la Tillaie des Baronnies Provençales :.....	25
VI.	Ouvertures ou approfondissements.....	25
	Conclusion.....	27
	Bibliographie.....	28
	Sitographie.....	30
	Résumé.....	31
	Abstract.....	31
	Annexes.....	33

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte du territoire d'agrément du CBNA (http://www.cbn-alpin.fr/presentation/agrement-cbna.html , consulté le 10.05.2016).....	2
Figure 2 : Carte contextuelle du PNRBP dans le territoire d'Agrément du CBNA et des Parcs naturels régionaux de France (Réalisation : Anna-Karine Jean, 05/2016, Logiciel QGIS)	3
Figure 3 : Schéma des représentations des différents types biologiques selon la classification de Raunkiaer de 1904. [1. Phanérophyte 2-3. Chaméphytes 4. Hémicryptophyte 5-9. Cryptophytes 5-6. Géophytes 7. Hélophyte 8-9. Hydrophytes. (thérophytes non montrés)]	8
Figure 4 : Photographie d'un rameau échantillonné et séché de la T2 à la montagne de Chabre (07.07.2016, Anna-Karine Jean).....	9
Figure 5 : Cartographie des Tillaies étudiées sur le territoire du Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales.....	11
Figure 6 : Graphique représentant la richesse spécifique, le nombre d'espèce(s) "dominante(s)", le nombre d'espèce(s) "minoritaire(s)" selon leur recouvrement en % de m ² du transect où leur présence a été relevée (diagrammes) et le recouvrement du <i>Tilia platyphyllos</i> de chaque strate et total pour chaque transect.	14
Figure 7 : Schéma de la dynamique phénologique dans les différentes strates des tillaies des Baronnies Provençales.....	17
Figure 8 : Photographie d'un <i>T. platyphyllos</i> en cépée de la T2 du Rocher de Beaumont (14.06.2016, Anna-Karine Jean).....	24
Figure 9 : Photographie d'un dendrotelme dans un tronc de <i>T. platyphyllos</i> dans la T1 de la montagne de Saint-Genis	24
Figure 10 : Photographie de la crête en versant nord de la montagne de Gravas, avec des microfalaises abritant ponctuellement des <i>T. platyphyllos</i> en dessous (20.05.2016, Anna-Karine Jean).....	26

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Mesures biométriques faites par Pigott D. sur les différentes sous-espèces de <i>Tilia platyphyllos</i> (Pigott D., 2012. p. 90).....	9
Tableau 2 : Tableau synthétique du taux de représentation des traits phénologiques et biologiques de l'ensemble des espèces des relevés	15
Tableau 3 : Synthèse des proportions des types chorologiques des espèces dans les Tillaies.....	18
Tableau 4 : Synthèse des proportions des types biologiques des espèces dans les Tillaies.....	19

ABREVIATIONS

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières

CEC : Capacité d'Echange Cationique

CNRTL : Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

EPCI : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale

GPS : Global Positioning System

IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière

LECA : Laboratoire d'Ecologie Alpine

ONF : Office National des Forêts

PACA : Provence-Alpes-Côte-D'azur

PNR : Parc Naturel Régional

PNRBP : Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales

RA : Rhône Alpes

SCOPTI : Société Coopérative Ouvrière Provençale des Thés et Infusions

SIGMA : Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine

GLOSSAIRE

Abaxial : lié au côté opposé de l'axe

Acumen : Pointe étroite terminant des organes végétaux (feuilles ou bractées)

Adaxial : lié au côté tourné vers l'axe

Adjudications = vente aux enchères assurée par un juge, un notaire ou un fonctionnaire

Calcosol : horizon M ou R, horizon C puis horizon Sca profonds et petit horizon Aca,

Dendrotelme : Sorte de phytotelme (habitat aquatique dans un contenant végétal) dans un tronc d'arbre remplie au moins temporairement d'eau, avec un fond de boue et de matière organique en état de décomposition avancée

Dolines : forme caractéristique d'érosion des calcaires en contexte karstique

Géminé : disposé par paire

Géologie = « ensemble des caractères du sous-sol d'une région traduisant son histoire géologique » (Larousse, <http://www.larousse.fr/>) ; « science qui décrit et explique la nature, l'origine et la situation des roches, terrains,... constituant la croûte terrestre » (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL), <http://cnrtl.fr/>).

Géomorphologie = « description et explication des formes du relief » (Larousse, <http://www.larousse.fr/>) ; « description du relief terrestre actuel expliqué principalement par les incidences du climat et de la structure géologique » (CNRTL), <http://cnrtl.fr/>).

Isohyète : courbe qui joint des points sur une cartographie plane où le taux de précipitations est homogène par unité de temps

Masting : phénomène de période de production massive de fruits, de manière cyclique et synchrone, chez certaines espèces végétales

Mésophyte : végétaux qui ont des besoins moyens en eau du sol et en humidité de l'air, et qui ne peuvent pousser ni en habitats secs (comme les xérophytes), ni en habitats mouillés (comme les hygrophytes). La catégorie des mésophytes comprend la majorité des espèces, et, en particulier, de nos plantes cultivées. (Jacques DAUTA, « MÉSOPHYTES », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 18 mars 2016. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/mesophytes/>)

Mycorrhize : associations symbiotiques créées entre racines des végétaux et certains champignons du sol. Elles favorisent l'absorption par les racines des éléments minéraux de la rhizosphère et du sol et améliorent ainsi la nutrition de la plupart des espèces végétales

Pollinator syndrome : Phénomène de compilation de traits floraux visant à attirer des pollinisateurs particuliers. On peut ainsi à la vue d'un fleur estimer le type de pollinisateur en observant sa forme, sa couleur, son odeur, sa position sur la plante, son type de pollen,...

Ptérométéorochoirie : dispersion de diaspores ailées, sous la force de la gravité et/ou du vent

Pubérent : caractérise un organe couvert de poils fins, mous, peu serrés.

Pulvérulent : qui a la consistance de la poudre, qui est à l'état de poussière ou qui se réduit facilement en poudre ou en poussière

Rendosol : roche mère carbonée, horizon C minéral de profondeur où a lieu la fragmentation et/ou altération géochimique, horizon Aca 30-40cm à forte Capacité d'échange cationique (CEC), horizon O humus Eumull carboné

INTRODUCTION

Connus et utilisés par l'homme dès la préhistoire (pour la construction de bateaux par exemple selon Christensen (1990)), le genre *Tilia* a un passé ancien lié à l'activité humaine sur la quasi-totalité des continents (Europe, Asie et Amérique). La valeur et l'utilisation des espèces sauvages de tilleul ont évolué depuis cette période de manière graduelle (comme en Europe et Asie de l'Est) ou rapide et abrupte (comme en Amérique du Nord), leur donnant de plus en plus d'intérêt. Ainsi, ces arbres ont commencé à être plantés et cultivés par les hommes, pour exploiter de manière plus intensive et sélective leur bois. La qualité du bois de Tilleul est en effet intéressante : il est facile à travailler, lumineux et plutôt solide, son écorce interne est riche en fibres (fabrication de filet et tressages de cordes) et ses fleurs odorantes mellifères ont des propriétés intéressantes (Pigott D., 2012). D'une manière générale, malgré leur importance dans l'histoire européenne, et notamment dans la civilisation allemande, les tilleuls natifs, présents naturellement dans les boisements, se raréfient. En Europe, les tilleuls étaient déjà présents dans les forêts de feuillus à l'ère du mésolithique tardif. Aujourd'hui, ils se trouvent dans quelques habitats classés Natura 2000 comme la Hêtraie à tilleul d'ubac sur sol carbonaté (Code Corine 41.13), les Tillaies sèches de Bourgogne, du Jura et des Alpes (Code Corine 41.4), ou les Tillaies sèches à Buis des Pyrénées (Code Corine 41.4) (Bensettiti F. *et al.*, 2001).

A l'échelle de la France, le tilleul à grandes feuilles, *Tilia platyphyllos* L., a une histoire variée. L'expansion d'un commerce d'un « tilleul de Hollande » (probablement *Tilia x europaea* L., hybride de *T. platyphyllos* et *Tilia cordata* Mill.) a débuté en Europe au 17^{ème} siècle pour être planté comme arbre d'ornement dans les villages et dans les parcs. Il a ensuite été utilisé comme arbre d'alignement, de maintien des routes et de ripisylves, ou encore pour la sylviculture plus tardivement (années 1950-1960) (Radoglou K., 2008). Dans certaines régions, à commencer par les Baronnies Provençales (territoire de 1 506 km² réparti aux ²/₃ sur la Drôme et ¹/₃ sur les Hautes-Alpes), son exploitation pour la fleur a contribué à la mise en place d'une dynamique économique nouvelle à la fin du 19^e siècle. À ce moment, l'agriculture traditionnelle et l'élevage rencontraient de sérieuses difficultés conjoncturelles et structurelles. En effet, dans le sud de la Drôme et des Hautes-Alpes, le système économique basé notamment sur la production de la soie (vers à soie *Bombyx mori*), de plantes tinctoriales (garance des teinturiers *Rubia tinctorum* L.) et viticole, est remis en cause à partir des années 1850. Progressivement, apparait un nouveau système basé sur la production de fruits (pommes, abricots et olives), de lavandes et de fleurs de tilleul dès les dernières années du 19^e siècle (document non publié de Ronzani C., 2015, Annexe 1).

Le tilleul des Baronnies Provençales s'est alors imposé, dans un réseau commercial important, une réputation et une influence remarquables pour la qualité de ses fleurs en particulier. Ce commerce est né dans les années 1880 et a perduré jusqu'à la fin du 20^{ème} siècle, où il a décliné. Nous pouvons y voir plusieurs causes : l'intensification de la concurrence d'une production venant de pays d'Europe centrale ou de Chine (bien moins chère mais dont la qualité n'est pas égale), le départ à la retraite des négociants traditionnels, le vieillissement des plantations et la forte baisse de la cueillette des tilleuls de bords de route due au développement du trafic routier. Ainsi, actuellement, les Baronnies Provençales ne produisent plus que très peu de fleurs de tilleul, une quinzaine de tonnes au regard des centaines de tonnes produites dans les années 1970. Le marché ne dispose plus, depuis le début des années 2000, d'un lieu de détermination des prix qui se négocient désormais de gré à gré entre négociants et producteurs. Le marché est donc très morcelé et les actions de relance rencontrent de réelles difficultés, malgré une histoire riche qui a duré au moins un siècle et qui a fait du « Tilleul des Baronnies », une production emblématique dans l'entre-deux-guerres et jusqu'aux années 1980 (note « Redécouvrir le Tilleul des Baronnies », Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales (PNRBP), 2016).

Le « Tilleul des Baronnies » a participé au maintien d'une activité locale et économique dans les Baronnies Provençales en représentant 75 % de la production française de fleurs de tilleul mais aussi à la création d'un paysage bien particulier avec la plantation de tilleuls en bords de route, sur les places de village, à l'entrée des terrains ou des fermes, et en vergers (selon le site Juste la Drôme, <http://www.ladrometourisme.com/fr/je-decouvre/bien-etre/lavande-et-plantes-aromatiques/tilleul.html>). Le tilleul a alors occupé les interstices des espaces agricoles, haies, talus, bords de prairies en limite de forêts. Il a

fortement ainsi été intégré aux modes de vie pour sa douce odeur et son ombrage, si agréables et précieux en été. Néanmoins, depuis une quinzaine d'années, avec la disparition de la foire de Buis-les-Baronnies au cours de laquelle le cours du tilleul était déterminé chaque année, mais aussi avec la création du PNRBP, celle de l'Institut des Plantes Aromatiques et à Parfums de Buis-les-Baronnies, la réorganisation du Syndicat des producteurs du Tilleul des Baronnies ou l'émergence d'une nouvelle demande de transformateurs attentifs à l'origine de la production (comme la Société Coopérative Ouvrière Provençale des Thés et Infusions (SCOPTI)), la question du Tilleul des Baronnies a été reformulée. La fleur de tilleul n'est-elle plus qu'une production « patrimoniale », qui doit être valorisée dans le cadre des « attractions » d'une économie majoritairement tournée vers le tourisme ? La production de fleurs de tilleul est-elle suffisante pour constituer une activité importante pour des exploitations agricoles ? La ré-exploitation d'arbres, aujourd'hui abandonnés, ne pose-t-elle pas la question de la distinction entre propriétaires et exploitants-cueilleurs ? L'existence d'une filière « bio », qui permet aujourd'hui de proposer des prix relativement attractifs aux producteurs, ne doit-elle pas s'ancrer dans un territoire défini ? Ces questions seront le sujet de l'étude ethnobotanique complémentaire à venir, dans la continuité de l'étude du Tilleul sauvage des Baronnies menée ici.

Le programme de recherche élaboré ici avec la volonté de mieux caractériser le Tilleul sauvage des Baronnies Provençales, associe plusieurs disciplines : histoire, ethnologie, paysages, économie, mais aussi botanique ou génétique. Dans ce cadre, il est apparu important de reprendre les connaissances existantes sur le tilleul, mais aussi de mieux connaître cet arbre d'un point de vue scientifique, tant à l'état sauvage et qu'à l'état domestique par la suite.

C'est dans l'optique de cette recherche que le PNRBP et le Conservatoire botanique national alpin (CBNA) ont décidé de travailler ensemble. Pour le premier, il s'agit de mieux comprendre l'originalité de la culture du tilleul dans son territoire afin d'envisager, avec les acteurs de la filière, une relance éventuelle de la production, fondée, en partie, sur une valeur ajoutée liée au territoire. Pour le CBNA, il s'agissait de compléter les faibles connaissances actuelles concernant le ou les habitat(s) dans le(s)quel(s) se trouvent les *T. platyphyllos* à l'état sauvage dans les Baronnies Provençales, leurs caractéristiques, leur écologie et leur dynamique.

Le CBNA est un des 11 Conservatoires botaniques nationaux français, dont le territoire d'agrément se répartit sur 3 zones biogéographiques : alpine (environ 50 %), méditerranéenne et continentale (environ 25 % chacun). Le territoire d'agrément regroupe sept départements appartenants aux régions Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) et Rhône-Alpes (RA). Son domaine d'action est ainsi étalé sur 42 696 km² dans le sud-est de la France, entre le Rhône à l'ouest et les frontières italiennes et suisses à l'est, et entre le département du Jura au nord et ceux du Vaucluse, du Var et des Alpes-Maritimes au sud (Figure 1). Il est donc sur la quasi-totalité du massif des Alpes et une partie du massif du Jura. La position et la géomorphologie du territoire d'agrément lui apportent une diversité floristique et d'habitats impressionnante, grâce à l'incidence des climats méditerranéen, continental et alpin. Effectivement, selon le Cahier territorial 2012 du CBNA (Bissuel S., 2012) ce grand territoire possède 12 775 km² d'espaces à statuts de protection. Il couvre 3 parcs nationaux, 7 parcs naturels régionaux (PNR) (dont le PNRBP), 33 réserves naturelles nationales, 11 réserves naturelles régionales, 26 réserves biologiques et 130 arrêtés préfectoraux de protection de biotope ont été signés. A cela s'ajoute environ 40 084 km² d'espaces à statuts d'alerte : espaces naturels sensibles, sites Natura 2000, Zones Naturelles d'Intérêt écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1 (ZNIEFF 1) et de type 2 (ZNIEFF 2). Ce sont



Figure 1 : Carte du territoire d'agrément du CBNA (<http://www.cbn-alpin.fr/presentation/agrement-cbna.html>, consulté le 10.05.2016)

également plus de 5 000 espèces végétales et fongiques recensées avec plus de 5 200 000 observations, près de 12 700 km² d'habitats cartographiés, et 1 114 espèces dont les semences sont conservées (Bissuel S., 2012).

Le CBNA est un établissement public (sous forme juridique de syndicat mixte) à vocation multiple. D'abord il s'engage à contribuer à la connaissance et la conservation de la flore sauvage, des habitats naturels et semi-naturels de son territoire d'agrément, à participer à l'inventaire du patrimoine naturel, à identifier et conserver les éléments rares et menacés. Il met ses compétences scientifiques et techniques à disposition de l'Etat, d'autres établissements publics, des collectivités territoriales et des opérateurs mandatés. Enfin il a vocation d'informer et sensibiliser le public. Depuis juin 2012, ce sont quatre collectivités territoriales qui sont membres du syndicat : la Ville de Gap, le Département des Hautes-Alpes, la Région PACA et la région RA.

Le PNRBP est l'un des 51 PNR de France (Figure 2). Il se situe dans le sud-est du territoire français, couvrant aux deux tiers le département de la Drôme (région RA) et le département des Hautes-Alpes pour le dernier tiers (région PACA). Il s'étale sur 1 506 km² et 86 communes. Sa limite au nord est marquée par la vallée de l'Eygues et la dépression du Rosans, au sud par la montagne de Lure et le mont Ventoux, à l'est par les crêtes dominant la vallée du Buëch et à l'ouest par Mollans, Mérindol et Nyons (Susplugas J. *et al.*, 1961). Il est caractérisé par sa grande diversité paysagère (plus de 149 habitats naturels), floristique (environ 2 000 espèces végétales) et faunistique (non estimée au total, mais dont 54 espèces sont d'intérêt communautaire et 203 espèces protégées au niveau régional ou national) présentes grâce à sa position supra-méditerranéenne et subalpine (PNRBP, <http://www.baronnies-provencales.fr/>). L'importante amplitude des conditions environnementales est due aux influences méditerranéo-provençales et alpines. L'altitude varie entre un minimum de 165 m (Saint-Maurice-sur-Eygues) et 1 757 mètres (sommet de la montagne du Duffre, commune de L'Epine). La température maximale est proche des 30 °C de moyenne mensuelle en été et comprise entre 5 °C et 12 °C en hiver (Susplugas J. *et al.*, 1961), grâce un ensoleillement annuel non négligeable. La géomorphologie est tourmentée avec des plaines, des vallées entrecoupées de cuvettes synclinales et de montagnes orientées est-ouest. Tout ceci associé à une diversité géomorphologique, permet l'installation d'écosystèmes variés.

Le PNRBP a pour mission de protéger et préserver la nature du territoire, de connaître et de transmettre l'histoire et le patrimoine culturel qui ont été créés au fil du temps. Ainsi, en partageant ces connaissances avec les habitants et les voyageurs curieux, le PNRBP participe au maintien d'une dynamique propre aux Baronnies Provençales avec le développement d'une économie basée sur l'identité locale et en concevant un aménagement solidaire et durable.

C'est dans cette optique qu'au début des années 2000, les Régions Rhône-Alpes et PACA ont envisagé puis entrepris la création de ce PNR. Afin de gérer au mieux le travail collaboratif des acteurs du projet (Régions, Départements, Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) et les communes non concernées par un EPCI), un syndicat mixte (de préfiguration puis de gestion) a été créé. Ce dernier a mis en place une charte valable 12 ans, qui fixe les objectifs, les engagements et les moyens mis à disposition des acteurs. Elle fait office de contrat moral avec laquelle les projets et les décisions prises doivent

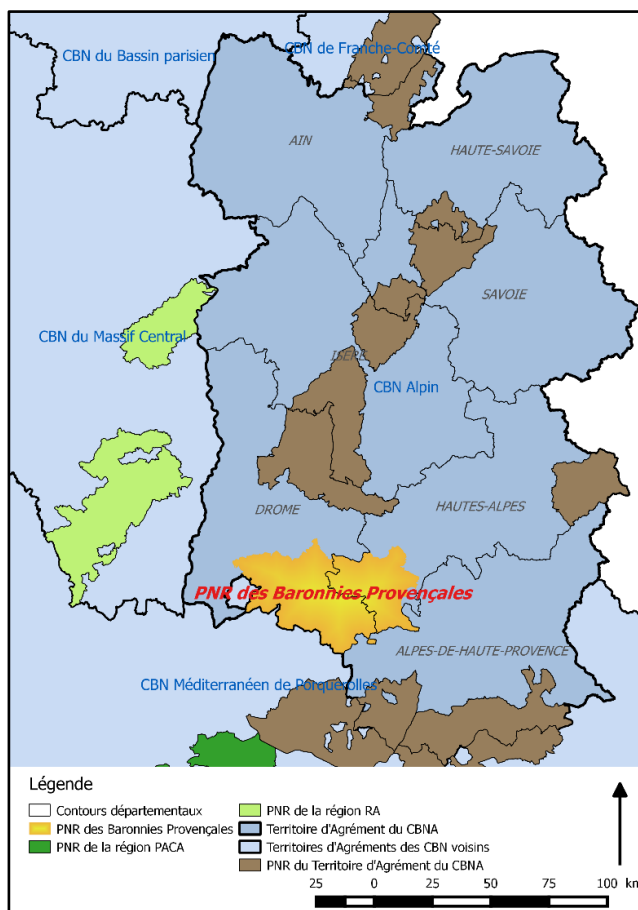


Figure 2 : Carte contextuelle du PNRBP dans le territoire d'agrément du CBNA et des Parcs naturels régionaux de France (Réalisation : Anna-Karine Jean, 05/2016, Logiciel QGIS)

être en accord. Le PNRBP a été créé par décret du Premier ministre le 26 janvier 2015 pour une durée de 12 ans, prolongée à 15 ans à la suite de la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 « pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages ».

La collaboration entre le PNRBP et le CBNA née afin d'allier les intérêts patrimoniaux, paysagers et historiques, aux connaissances scientifiques, a pour objectif commun de mieux connaître et faire connaître le Tilleul des Baronnies Provençales.

Après une première série de repérages, effectués en interne par les agents du PNRBP et du CBNA, plusieurs phases ont été définies :

- la première étape du travail, menée dans le cadre de ce stage, est orientée sur l'approche scientifique des *T. platyphyllos* sauvages dans les Baronnies Provençales ;
- une seconde étape devrait consister en une approche ethnobotanique des *T. platyphyllos* cultivés.
- d'autres phases seront par la suite mises en œuvre, notamment en ce qui concerne la détermination des caractéristiques botaniques des tilleuls sauvages et domestiques.

Dans ce cadre du stage, l'étude consiste donc dans un premier temps en la synthèse bibliographique des descriptions et recherches concernant l'anatomie, la physiologie et l'écologie de *T. platyphyllos* (Annexe 2). Ensuite à l'aide des relevés du CBNA et des connaissances actuelles de son écologie, une campagne de prospection 2016 a été planifiée sur les zones les plus propices à abriter *T. platyphyllos*. Les sites de présence effective du tilleul ont été recensés au cours des prospections sur les étendues prédéterminées. Les Tillaies les plus représentatives et adéquates à l'application de notre protocole, ont ensuite été sélectionnées afin de réaliser des relevés phytosociologiques, des mesures biométriques, et des prélèvements à destination d'un herbier de référence. Enfin, à partir des données récoltées sur le terrain, nous avons essayé de définir et caractériser au mieux les Tillaies des Baronnies Provençales et le « Tilleul des Baronnies » à l'état sauvage. C'est dans l'optique de mieux connaître et comprendre l'écologie, le fonctionnement et la dynamique de ces derniers, et de les lier aux questions patrimoniales et historiques par exemple, que nous avons analysé les données et les observations faites.

MATERIEL ET METHODES

Après un premier travail de détermination des zones de prospections, des choix des Tillaies et lieux de réalisation des relevés nous avons pu procéder à la mise en œuvre des protocoles sur le terrain : relevé(s) phytosociologique(s), transect linéaire, prélèvements, pointages cartographiques par Global Positioning System (GPS).

I. Récolte des données

Les sites ont été cherchés et choisis selon les montagnes déjà connues comme abritant du *T. platyphyllos* (BaseFlore du CBNA et indications de Jean-Christophe Gattus Forestier de l'Office National des Forêts (ONF)) et après un tri effectué en fonction des caractéristiques des habitats connus de l'espèce à l'état sauvage dans les Baronnies Provençales (exposition, pied de falaise, éboulis de blocs, altitude entre 900m et 1400m). Ce tri a été fait à l'aide de la carte IGN, des ortho-photographies et des photographies aériennes infrarouges.

Ainsi, la prospection sur une sélection de montagnes les plus favorables à l'existence du *T. platyphyllos* sauvage a été faite. Ensuite, 7 montagnes ont été retenues pour faire les relevés et les mesures : la montagne d'Arambre (05), la montagne de Chamouse (26), la montagne de Chabre (05-26), la montagne de l'Ubac (05), la montagne de Saint-Genis (05), le Rocher de Beaumont (05) et le Rocher de la Fubie à Trescléoux (05). Afin de nommer chaque site, les numéros des montagnes définis lors de l'identification préliminaire des montagnes du territoire du PNRBP ont été concaténés avec le numéro de la Tillaie étudiée (dans le cas où un second relevé soit fait), créant ainsi le code de base. Afin d'identifier les 5 échantillons prélevés pour l'herbier et une éventuelle future analyse génétique, les chiffres 01, 02, 03, 04 ou 05 ont été ajoutés au code de base. Il a été fait de même pour les transects avec la mention « Tr1 », pour laisser la possibilité de la réalisation d'un ou plusieurs autre(s) transect(s) dans une Tillaie déjà mesurée.

La phase de mesures a pu commencer fin mai – début juin 2016. Sur chaque site nous avons fait un transect, un ou plusieurs relevé(s) phytosociologique(s) étendu(s) sigmatiste(s) selon la méthode d'abondance Braun-Blanquet, une liste des bryophytes, et des prélèvements de branches de *T. platyphyllos* sur 5 arbres (avec feuilles et fleurs si possible) pour faire un herbier de référence et des analyses génétiques.

1. Transects

Utilisée depuis longtemps, la méthode de transect est un moyen efficace d'évaluer la structure végétale sur un plan horizontal, si l'unité utilisée le long du transect est un carré, ou vertical si c'est un cube. Un listing des présences/absences des espèces dans chaque unité est ainsi établi. Il permet l'obtention d'une « fréquence » de présence des espèces le long du transect.

Nous avons fait des transects de type « line transect » (même type que Coussy B. *et al.*, 2013), sur 50 m en considérant les 5 m de part et d'autre du tracé, avec une surface étudiée de 500 m² (en règle générale une surface correcte minimale pour un relevé en milieu boisé est de 300 m²) (Annexe 3). La distribution non agglomérée de l'espèce nous permet d'effectuer un transect qui soit représentatif, à l'inverse d'une distribution agglomérée, qui aurait nécessité l'utilisation de quadrats par exemple. Nous avons utilisé 1 m² comme unité d'observation le long du transect. Ainsi nous avons pu noter pour chaque m² les espèces ligneuses et leurs formes (arborée (A) : > 7 m, arbustive (a) : 0,5 à 7 m, sous-arbustive (sa) : < 0,5 m ou semis (s)). Chaque transect a été tiré sur un espace où la végétation était homogène (sauf difficulté de progression particulière) et où le danger de chute, de glisse et/ou d'éboulis était minimisé. Cette homogénéité ne nous permet pas de faire de comparaison avec des relevés d'autres études telles que celle de Pigeon V. (1990) et de Corcket E. (2001) dans la mesure où leurs relevés ont été faits avec une hétérogénéité plus marquée. Nous avons noté le nombre d'individus pour *T. platyphyllos* seulement, afin d'avoir une estimation de la dynamique démographique et de la densité de population. Si d'autres espèces montraient une dynamique particulière (régression, progression, sénescence), nous l'avons également noté dans les remarques du relevé.

Cette méthode est a priori considérée comme rapide, néanmoins, la difficulté de progression dans les habitats abritant *T. platyphyllos* à l'état sauvage, qui sont difficiles d'accès, denses et rarement visités par l'homme, la rendent chronophage.

NB : nous n'avons pas mesuré les diamètres et la hauteur des arbres le long du transect (comme il avait été fait pour le Genévrier Thurifère en 2008 par Coussy B.) dans la mesure où il n'est pas connu de correspondance avec l'âge (ce sont des arbres qui à l'état sauvages sont majoritairement multicaules par réitération basitane de la dynamique naturelle des éboulis par chute de pierres et blocs, comme nous avons pu le confirmer à la suite des relevés).

2. Relevés phytosociologiques de la flore vasculaire

Les relevés phytosociologiques ont été fait par Luc Garraud, botaniste au CBNA, selon la méthode Braun-Blanquet (1884-1980) (Braun-Blanquet J. *et al.*, 1952), un botaniste suisse et père de la phytosociologie. Cette méthode est dite sigmatiste en référence à l'école SIGMA (« Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine ») qu'il a fondée en 1930 à Montpellier.

Pour avoir un jeu de données cohérent et représentatif, nos relevés en milieu boisé ont été faits sur la totalité des transects (500 m²), en estimant que la variance due à la présence de petites zones de milieux variables soit lissée par la taille des relevés. Des relevés complémentaires des habitats associés herbacés ont été faits sur des zones homogènes d'au moins 25 m² au sein des Tillaies. Ces habitats associés sont des indicateurs qui peuvent permettre de comparer secondairement les habitats dans lesquels *T. platyphyllos* est présent à l'état sauvage, et de faire des hypothèses sur la formation et/ou l'état, la dynamique actuelle du peuplement.

Les espèces relevées ont été nommées selon le référentiel taxonomique (taxref. 07) de Flora Gallica (Tison J.M. & de Foucault B., 2014).

Nous avons également relevé pour chaque Tillaie des paramètres physiques : position sur le versant, exposition, pente, altitude, recouvrement en litière, blocs, pierres, cailloux, gravillons, terre, traces anthropiques, et autres remarques (Annexe 4).

3. Prélèvements

Afin de constituer un herbier de référence, nous avons effectué des prélèvements sur 5 arbres pour chaque transect fait. Nous avons tenté d'avoir des rameaux avec des fleurs dans la mesure du possible, selon la période de floraison et l'accessibilité des branches des arbres. Ces prélèvements ont été récoltés, de sorte que nous puissions créer des planches de *T. platyphyllos* sauvage de référence avec un rameau, des feuilles (5 à 10) et si possible des fleurs avec bractées. Ces prélèvements ont également servi aux mesures biométriques faites, et permettront une analyse génétique par la suite, afin d'associer phénotype et génotype de l'espèce observée à l'état sauvage.

4. Les Bryophytes

Les listes des espèces ont été réalisées par Luc Garraud afin de caractériser les habitats bryophytiques associés à la Tillaie des Baronnies Provençales.

II. Traitements des observations – cortège floristique, chorologie, biologie, écologie, biométrie

Afin de spécifier au mieux les habitats dans lesquels nos relevés ont été établis, nous avons défini de la manière la plus représentative possible la communauté (cortège) végétale et les conditions du milieu. Ainsi pour chaque espèce le type chorologique, le type biologique, l'écologie, la phénologie (période de floraison, type de floraison, type de pollinisation, de dissémination des fruits,...) ont été renseignés (Annexe 5). Nous y avons ajouté la liste des habitats associés observés (tant pour la flore vasculaire que pour la bryoflore) et identifié la géologie du sol des sites à l'aide de cartes géologiques (éditées par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)). Des mesures biométriques pour caractériser les *T. platyphyllos* rencontrés ont été réalisées.

Les caractéristiques ont été cherchées dans la bibliographie telle que Flora Gallica (Tison J.M. & de Foucault B., 2014), la Flore Forestière Française (Rameau J.C. *et al.*, 1933), la Flore de la Drôme : atlas écologique et floristique (Garraud L., 2003) et sur des références internet telles que Flore Alpes (<http://www.floreAlpes.com/>) et Tela Botanica (<http://www.tela-botanica.org/site:accueil>).

1. Types chorologiques

Cosmopolite : plante dont l'aire de répartition est mondiale. Ex : la stellaire intermédiaire ou mouron blanc *Stellaria media* (L.) Vill.

Eurasiatique : plante dont l'aire de répartition va de l'Europe au Japon. Ex : le pin sylvestre *Pinus sylvestris* L., l'orme des montagnes *Ulmus glabra* Huds.

Européenne : plante dont l'aire de répartition s'étale sur toute l'Europe. Ex : le gaillet aristé *Galium aristatum* L.

Atlantique : plante dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes atlantiques de l'Europe. Ex : l'Hellébore fétide *Helleborus foetidus* L.

Circumboréale : plante dont l'aire de répartition est limitée aux zones boréales tempérées froides de l'hémisphère nord. Ex : *Clinopodium vulgare* L.

Méditerranéenne : plante dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes méditerranéennes. Ex : l'Orpin de Nice *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau

Orophyte : plante de répartition montagnarde. Ex : l'Asplénium des fontaines *Asplenium fontanum* (L.) Bernh.

Endémique : plante dont l'aire de répartition se limite à un territoire considéré (ici nous considérerons les territoires des Hautes-Alpes et de la Drôme). Ex : l'Androsace de chaix *Androsace chaixii* Gren., endémique de la chaîne alpine.

2. Types biologiques

Les définitions sont citées selon le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL), le dictionnaire Larousse et des compléments littéraires de type Flora Gallica (Tison J.M. & de Foucault B., 2014).

Chaméphyte (frutescent ou en coussinet) : du grec *khamai* : par terre et *phuton* : plante, végétal ; « Plante vivace rampante et plus ou moins ligneuse vivant dans les régions froides et en montagne » (Larousse), dont les bourgeons aériens dormants se situent en dessous de 50cm de hauteur afin d'être protégés du gel par le manteau neigeux ; Ex : le myrtiller *Vaccinium myrtillus* L. (Figure 3, 2-3)

Géophyte ou Cryptophyte (bulbe, tubercule ou rhizome) : Plante dont les organes vivaces passent la mauvaise saison enterrés profondément dans le sol évitant ainsi l'action défavorable du climat (CNRTL) Ex : le crocus bigarré *Crocus versicolor* Ker Gawl. (Figure 3, 5-6)

Hémicryptophyte (érigé, stolonifère, cespiteux, en rosette, ruboïdes ou bisannuels) : du grec ancien *hémi* : demi, *cryptos* : caché et *phuton* : plante, végétal ; Plante qui, en hiver, ne conserve que la partie de ses organes aériens située au contact direct du sol, de façon que la litière végétale et même la neige la protègent des gelées. (Larousse) Ex : la pâquerette *Bellis perennis* L. (Figure 3, 4)

Phanérophyte (méga-, méso-, micro- ou nano-, selon la taille) : du grec ancien *phanerós* : apparent et *phuton* : plante, végétal ; « Plante terrestre dont les bourgeons et pousses terminales (...) sont situés sur des tiges aériennes. » (CNRTL) Ex : l'abricotier *Prunus armeniaca* L., le tilleul à grandes feuilles *Tilia platyphyllos*. (Figure 3, 1)

Pseudophanérophyte : « nom donné aux chaméphytes sous-ligneux à port érigé, du fait de la pousse annuelle d'assez longues tiges dressées et semi-rigides depuis leur souche ligneuse » (De Lage A. *et al.*, 2015) Ex : le framboisier *Rubus idaeus* L. subsp. *idaeus*.

Thérophyte (vernal ou estival) : du grec ancien *théros* : été et *phuton* : plante, végétal ; Plantes vivaces à cycle vital complet, de la germination à la graine mûre, compris dans une courte période végétative et ne se survivant pendant la période défavorable que sous forme de graines, de spores ou d'autres corps spéciaux (et d'habitude résistants) (CNRTL) Ex : la mercuriale annuelle *Mercurialis perennis* L., la bourse à pasteur *Capsella bursa pastoris* (L.) Medik. (non figurés sur la Figure 3)

Les hydrophytes et les héliophytes ne sont pas développés ici car nous n'en avons pas rencontrés dans nos relevés.

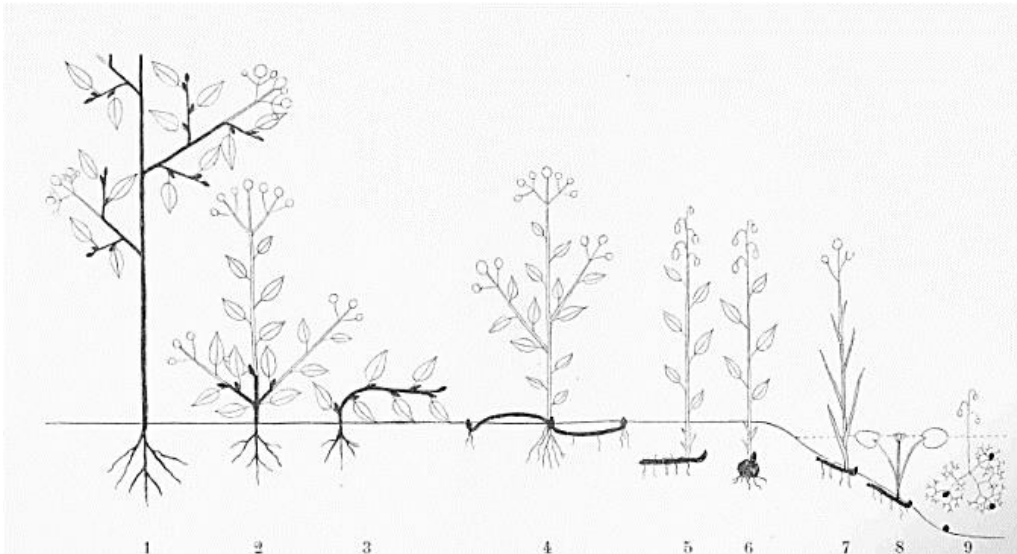


Figure 3 : Schéma des représentations des différents types biologiques selon la classification de Raunkier de 1904. [1. Phanérophyte 2-3. Chaméphytes 4. Hémicryptophyte 5-9. Cryptophytes 5-6. Géophytes 7. Hélophyte 8-9. Hydrophytes. (thérophytes non montrés)]

3. Phénologie

Nous avons également renseigné quelques caractéristiques phénologiques, toujours dans le but d'identifier des phénologies dominantes :

- Type de pollinisation : anémogame, entomogame, hydrogame
- Type de dissémination des fruits : épi-/endo-zoochorie, myrmécochorie, anémochorie, hydrochorie, barochorie principalement.
- Type de fruit : capsule, akène, samare, caryopse, baie, gousse,...
- Type d'inflorescence : panicule, corymbe, grappe, épi, cyme,...
- Période de floraison : estivale ou vernale.

A partir de là, nous avons fait des diagrammes afin de voir les proportions de quantité d'espèces de chaque type pour chaque trait et ainsi proposer une dynamique phénologique d'une Tillaie (Figure 7).

4. Ecologie et habitats

Nous avons caractérisé l'écologie des espèces de manière brève et concise afin d'identifier les éventuels regroupements de type(s) d'écologie dominant(s) au sein des espèces présentes dans nos relevés. Les caractères renseignés sont les suivants :

- sensibilité à la lumière
 - héliophile : espèce nécessitant une forte exposition au soleil et ses rayonnements pour son développement complet
 - photophile : espèce recherchant la lumière, mais éclaircissement solaire direct non obligatoire
 - sciaphile : espèce tolérant un milieu ombragé à obscur important
- sensibilité à l'eau
 - mésophile : espèce se développant dans des conditions moyennes sur un gradient de sécheresse-humidité
 - mésocline : espèce préférant des conditions moyennes sur un gradient de sécheresse-humidité
 - xérophile : espèce pouvant s'accommoder de milieux secs
- sensibilité au pH :
 - calcicole : espèce se rencontrant préférentiellement sur les sols riches en calcium
 - acidophile : espèce se développant sur les sols acides
 - acidocline : espèce préférant les sols acides
 - neutrophile : espèce se développant sur les sols neutres

- le trophisme
 - oligotrophe : pauvre en éléments nutritifs, souvent très acide et ne permettant qu'une activité biologique réduite
 - mésotrophe : moyennement riche en éléments nutritifs, modérément acide et permettant une activité biologique moyenne
- et le type de sol apprécié :
 - terricole : espèce qui vit ou qui croît sur ou dans la terre
 - saxicole : espèce qui vit ou qui croît sur la roche ou des rochers
 - humicole : espèce qui vit ou qui croît dans la litière et/ou l'humus
 - saxicline : espèce qui préfère un substrat rocheux
 - humicline : espèce qui préfère un substrat humique ou de litière

Les habitats ont été listés selon la nomenclature taxonomique utilisée pour la flore vasculaire et la flore bryologique (tax ref 0.7) (Bardat J. *et al.*, 2004 ; Bardat J. & Hauguel J.C., 2002).

5. Mesures biométriques

Afin de caractériser au mieux chaque Tillaie et d'identifier les éventuelles sous-espèces de *T. platyphyllos* observés et prélevés sur le terrain, nous avons procédé à la mesure de certains traits morphologiques des feuilles et des fleurs de ces derniers. Pour chaque individu prélevé (5 par Tillaie), nous avons fait des mesures sur 5 feuilles et 5 bractées (en cas de présence d'inflorescences) après avoir mis à sécher puis en herbier les échantillons (Figure 4). Nous avons mesuré la longueur du pétiole, la longueur et la largeur du limbe et noté la pilosité du pétiole et des faces adaxiales et abaxiales de 5 feuilles. Nous avons également mesuré la longueur et la largeur de la bractée, la longueur du pédoncule de la bractée et noté le nombre de fleurs de l'inflorescence (Annexe 6). Nous avons ainsi un total de 250 feuilles + 155 bractées = 405 objets mesurés (attention tous les échantillons n'avaient pas de fleurs) et un total de 7 mesures faites : ce sont donc $405 \times 7 = 2835$ mesures qui ont été effectuées.



Figure 4 : Photographie d'un rameau échantillonné et séché de la T2 à la montagne de Chabre (07.07.2016, Anna-Karine Jean)

Le choix des mensurations à prendre a été fait après consultation des mesures faites par Pigott D. (2012) différenciant les sous espèces *T. platyphyllos* subsp. *platyphyllos*, *pseudorubra* et *cordifolia* (Tableau 1) (la sous-espèce *corynthiaca* ayant une aire de distribution centrée sur le sud de la Grèce elle n'est pas prise en compte ici).

A partir de là, nous avons tenté d'associer les *T. platyphyllos* échantillonnés et ceux des Tillaies de manière générale, aux sous-espèces décrites par Pigott D. (2012).

Table 8.1 Variation of morphological characters of three subspecies of *Tilia platyphyllos*. All measurements (mm) made on flowering shoots. Mean (in bold) and $p = 0.9$ limits shown for each subspecies.

Subspecies	platyphyllos			cordifolia			pseudorubra			combined	
Number of measurements	39			162			18			219	
Variable											
Petiole length	23	36	48	27	39	51	25	34	43	26	38
Leaf blade length	55	82	109	61	86	111	52	78	104	59	84
Leaf blade width	54	76	99	58	81	103	53	70	93	59	80
Leaf acumen length	5	10	15	5	11	16	7	12	17	5	11
Tooth apiculus length	0.4	0.7	1.0	0.4	0.7	1.0	0.3	0.6	0.9	0.4	0.6
Bract length	52	80	108	62	83	105	48	82	116	60	83
Bract width	11	16	22	11	17	24	11	15	19	11	16
Peduncle length	13	25	36	14	25	36	15	29	43	14	25
Pedicle length	7	12	17	6	13	20	7	14	21	6	13

Tableau 1 : Mesures biométriques faites par Pigott D. sur les différentes sous-espèces de *Tilia platyphyllos* (Pigott D., 2012. p. 90)

RESULTATS

I. Cartographie

La cartographie nous indique la position des prospections, des relevés faits dans les Tillaies et donc les zones de présence/absence du *T. platyphyllos* sauvage dans les Baronnies Provençales (Figure 5).

Ainsi, nous pouvons observer que les Tillaies choisies sont réparties sur l'Est et le Nord du territoire du PNRBP (Etoiles rouges (Tillaies étudiées) et losanges oranges (prospections signalant une faible présence) sur la Figure 5). Néanmoins, les prospections ont également permis de trouver de petits peuplements de *T. platyphyllos* au Sud-Ouest du territoire (montagne de Gravas, près de Buis-les-Baronnies) ou des zones d'absence dans le Nord-Est du territoire (Serre de la Bouisse près de Serres ou le Faï après le Saix).

II. Transects et Relevés

Les transects avec les relevés ont été faits sur 7 montagnes :

- Montagne d'Arambre : 07 – T1
- Montagne de Chamouse : 25 – T1
- Rocher de Beaumont : 22 – T1 et 22 – T2
- Rocher de la Fubie : 73 – T1
- Montagne de Chabre : 23 – T1 et 23 – T2
- Montagne de Saint-Genis : 01 – T1 et 01 – T2
- Montagne de l'Ubac : 78 – T1

1. Sites et transects

Les contextes et les transects sont brièvement décrits ici (les relevés sont étudiés dans le paragraphe III.) ; les fiches descriptives des Tillaies (schéma d'une coupe longitudinale du transect, listes des espèces dominantes, secondaires et des habitats, diagrammes des types biologiques et chorologiques) sont en Annexe 7. Une synthèse plus complète des informations principales sur les Tillaies sont également faite et se trouve en Annexe 8.

a. Montagne d'Arambre

i. Tillaie n°1 : 07 – T1

Description du milieu : forêt dense sous couvert d'une fruticée en pied de falaise, sur éboulis de blocs calcaires stabilisés avec un lit de gravillons et cailloux non stables. Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) à Alisier blanc (*Sorbus aria*), sous-couvert d'une Buxaie de Buis (*Buxus sempervirens*).

Physionomie : forêt dense sous couvert d'une fruticée

Exposition et pente : NNE ; 45°

La Tillaie mesurée ici est particulièrement remarquable par la densité de la Buxaie à Buis (*Buxus sempervirens*) qui permet à peine la progression au travers. Elle a une faible richesse spécifique (11 espèces), 36 individus de *T. platyphyllos* (densité de 720 individus/ha) sur le transect, dont aucun sous-arbustif ni arbustif et seulement 16 semis.

b. Montagne de Chamouse

i. Tillaie n°1 : 25 – T1

Description du milieu : forêt claire de paroi sous crête, sur éboulis calcaire léger et stabilisé. Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) à Alisier blanc (*Sorbus aria*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), sous-couvert d'une Buxaie à Buis (*Buxus sempervirens*).

Physionomie : forêt claire sous couvert d'une fruticée

Exposition et pente : NNE ; 45°

Cette Tillaie est la moins dense en *T. platyphyllos* (14 sur le transect, soit 280 individus/ha) malgré une richesse spécifique de 23 espèces, sans semis, seulement 1 sous-arbustif, 3 arbustifs et 10 arbres. Sa position directement sous la crête est une autre particularité du site, puisqu'il y a des zones dans le milieu qui sont plus ouvertes et que l'accès est facile par l'adret (versant sud) ayant pu permettre une exploitation du boisement.

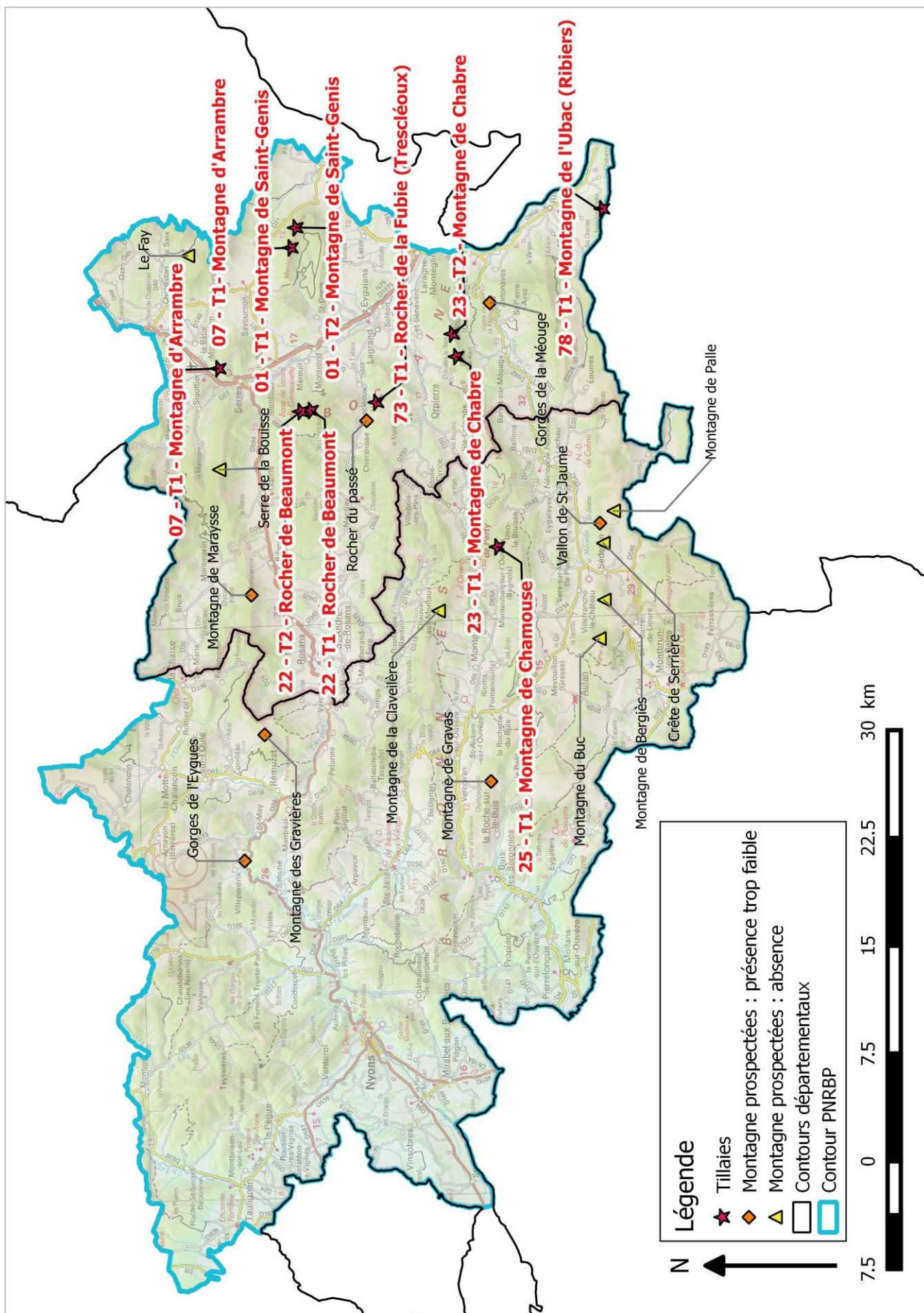


Figure 5 : Cartographie des Tillaies étudiées sur le territoire du Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales

c. Rocher de Beaumont

i. Tillaie n°1 : 22 – T1 :

Description du milieu : forêt claire, en pied de falaise, sur éboulis de blocs calcaires non stables. Erablaie-Tillaie d'Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*), à Frêne commun (*Fraxinus excelsior*).

Physionomie : forêt claire

Exposition et pente : E ; 40°

La première Tillaie du Rocher de Beaumont est caractéristique par sa position directement sous la falaise du rocher, son exposition plein Est et sa distribution limitée à une vingtaine de mètres sous le pied de la falaise. C'est également la Tillaie avec le plus de traces anthropiques : sente de passage, détrit et morceaux de voiture (la falaise a probablement été utilisée comme déversoir à déchets). Ici, ce sont les semis qui représentent plus de 80 % des 88 individus de *T. platyphyllos* (densité de 1 760 individus/ha) sur le transect et la richesse spécifique est de 30 espèces. Les arbres adultes sont souvent en cépée et ont en moyenne 11,1 troncs.

ii. Tillaie n°2 : 22 – T2 :

Description du milieu : forêt peu dense, en mi-versant, sur éboulis calcaire grossier à fin. Tillaie-érablaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Buis (*Buxus sempervirens*).

Physionomie : forêt peu dense

Exposition et pente : E ; 30°

La seconde Tillaie du Rocher de Beaumont se situe plus en contrebas d'une falaise également en exposition plein Est. Le Buis (*Buxus sempervirens*) y est fortement présent et la richesse spécifique est moyenne (22 espèces). La densité de *T. platyphyllos* sur le transect atteint 3 980 individus / ha, dont plus de 80 % sont des semis. Les arbres y sont grands et souvent en cépée (avec une moyenne de 18,6 troncs / arbre, le cas échéant).

d. Rocher de la Fubie (Trescléoux)

i. Tillaie n°1 : 73 – T1

Description du milieu : forêt dense entrecoupée d'éboulis, en mi-versant sous vires rocheuses et falaise, sur éboulis actif de blocs calcaires et graviers mouvants de surface. Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) à Alisier blanc (*Sorbus aria*).

Physionomie : forêt relativement dense +/- entrecoupée d'éboulis

Exposition et pente : N ; 40°

Le boisement est intéressant par la configuration géologique dans laquelle il se trouve : au sein d'un éboulis actif et mouvant qui amène une certaine diversité (25 espèces différentes sur le transect) et ouverture du milieu. La densité en *T. platyphyllos* y est de 3 000 individus/ha (dont plus de 90% de semis sur le transect).

e. Montagne de Chabre

i. Tillaie n°1 : 23 – T1

Description du milieu : forêt luxuriante et dense sous couvert d'une fruticée, en mi-versant, sur éboulis grossier calcaire issu de falaise. Tillaie-érablaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et d'Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Buis (*Buxus sempervirens*) et Alisier blanc (*Sorbus aria*).

Physionomie : forêt luxuriante et dense sous couvert d'une fruticée

Exposition et pente : NNO ; 40°

La première Tillaie de la montagne de Chabre est très particulière par sa luxuriance (haute et dense), sa densité de 3 920 individus/ha en *T. platyphyllos* (presque 200 individus sur le transect, dont plus de 80 % de semis) combinées à une faible richesse spécifique (11 espèces).

ii. Tillaie n°2 : 23 – T2

Description du milieu : forêt claire, en haut de versant sous crête, sur paroi rocheuse calcaire disloquée en gradins. Tillaie-érablière de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Hêtre (*Fagus sylvatica*).

Physionomie : forêt claire

Exposition et pente : N ; 65°

La seconde Tillaie de la montagne de Chabre a la pente la plus forte ; une richesse spécifique de 29 espèces et 27 individus de *T. platyphyllos* ont été relevés (densité de 540 individus/ha) dont un peu plus de la moitié sont des semis (il n'y a qu'un individu dans chacune des strates sous-arbustive et arbustive). Les arbres de *T. platyphyllos* en cépée ont en moyenne 5,4 troncs.

f. Montagne de Saint-Genis

i. Tillaie n°1 : 01 – T1

Description du milieu : forêt claire, en mi-versant, dans un talweg d'éboulis de blocs calcaires colmaté. Frênaie-Tillaie de Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) au sein d'une hêtraie de Hêtre (*Fagus sylvatica*).

Physionomie : forêt claire

Exposition et pente : N ; 50°

La première Tillaie de la montagne de Saint-Genis est une forêt dont les *T. platyphyllos* sont grands (jusqu'à 17m de hauteur) et en cépée. La richesse spécifique est de 23 espèces et la densité en *T. platyphyllos* est importante : 4 220 individus/ha, dont plus de 80 % sont des semis. Parmi les 211 individus du transect, 8 sont de la strate sous-arbustive et 11 de la strate arbustive. Les arbres, majoritairement en cépée, ont 7,4 troncs en moyenne.

ii. Tillaie n°2 : 01 – T2

Description du milieu : forêt très claire, en mi-versant, dans un talweg d'éboulis de gros blocs et blocs calcaires non stabilisés. Erablaie-Tillaie d'Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*), à Frêne commun *Fraxinus excelsior*.

Physionomie : forêt très claire

Exposition et pente : NNE ; 45°

La seconde Tillaie de la montagne de Sainte Genis est densément peuplée en *T. platyphyllos* (densité de 7 280 individus/ha, 364 individus sur le transect dont plus de 90 % sont des semis). Les arbres en cépée ont en moyenne 5,2 troncs. Peu d'individus ont été relevés dans les strates sous-arbustives et arbustives. La richesse spécifique est de 21 espèces.

g. Montagne de l'Ubac (Ribiers)

i. Tillaie n°1 : 78 – T1

Description du milieu : forêt dense sous couvert d'une fruticée, en mi-versant (contrebas de falaise), sur éboulis +/- stabilisés de blocs et cailloux calcaires. Tillaie-erablaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Buis (*Buxus sempervirens*).

Physionomie : forêt dense sous couvert d'une fruticée

Exposition et pente : N ; 40°

Cette dernière Tillaie tient sa singularité à sa faible densité en *T. platyphyllos* (520 individus/ha) sur le transect toutes strates comprises, mais dont plus de 50 % sont des arbres (et non des semis comme dans les autres Tillaies à l'exception de la montagne de Chamouse). La richesse spécifique s'élève à 30 espèces sur le transect.

2. Observations – Conclusion(s)

Les critères homogènes et communs qui semblent ressortir des relevés effectués sont les suivants :

- une forte pente (moyenne à 44°, avec un écart-type de 9,1),
- une exposition nordique (position en ubac de montagne) à l'exception des T1 et T2 du Rocher de Beaumont exposées plein Est,
- la présence d'un éboulis plus ou moins stable,
- la/les espèces co-dominante(s) avec le tilleul à grandes feuilles *T. platyphyllos* (Erable à feuilles d'obier (*A. opalus*), Buis (*B. sempervirens*), Alisier blanc (*Sorbus aria*) ou Frêne commun (*F. excelsior*) par exemple).

Les critères plus variables et propres à chaque Tillaie semblent être :

- la position sur le versant (en mi-versant et jusqu'en dessous de crête et pied de falaise),
- la physionomie du boisement (forêt dense et luxuriante à claire),
- la structure en surface du sol (éboulis stable ou non, taille des pierres et blocs,...)
- l'altitude (de 936 m à 1 401 m),
- la moyenne de température au sol (de 7,3 °C à 17,8 °C) et de l'air (de 10,0 °C à 26,4 °C),
- la densité (de 280 individus/ha à la montagne de Chamouse à 7 280 individus/ha à la montagne de Saint-Genis),
- les proportions de *T. platyphyllos* dans les strates arborée, arbustive, sous-arbustive et les semis.

Lors des prospections nous avons pu observer à plusieurs reprises (montagne de Chabre, montagne de Saint-Genis, et d'autres montagnes explorées mais ne permettant pas la réalisation d'un transect) des *T. platyphyllos* dans les falaises, ponctuellement ou en peuplement colonisant la totalité de la falaise. Leur étude aurait été très intéressante et aurait permis de compléter nos relevés, cependant l'accès sur le terrain et le temps disponible ne permettaient pas d'y appliquer notre protocole.

3. Fréquence et richesse spécifiques

La quantité d'espèce(s) majoritaire(s) qui a une fréquence de présence supérieure à 10 % des unités de transect (500 carrés de 1 m²) est faible dans toutes les Tillaies. Elle ne dépasse pas le nombre de 6 (2 Tillaies ont 6 espèces majoritaires, 2 Tillaies en ont 4, 3 en ont 2 et 3 en ont 1 seule). La richesse spécifique des transects (différente de celle des relevés qui ont été faits sur une plus grande surface et pour laquelle les herbacées sont également intégrées) varie de 11 espèces à 29 espèces. Sur le graphique (Figure 6), il est remarquable que cette dernière (Diagrammes oranges, Figure 6) ne semble pas avoir de lien particulier avec le nombre d'espèces à tendance dominante (fréquence > 10 %) (Diagrammes jaune-orangé, Figure 6) ni avec le nombre d'espèce(s) à faible présence (< 1 %) (Diagrammes jaune pâle, Figure 6).

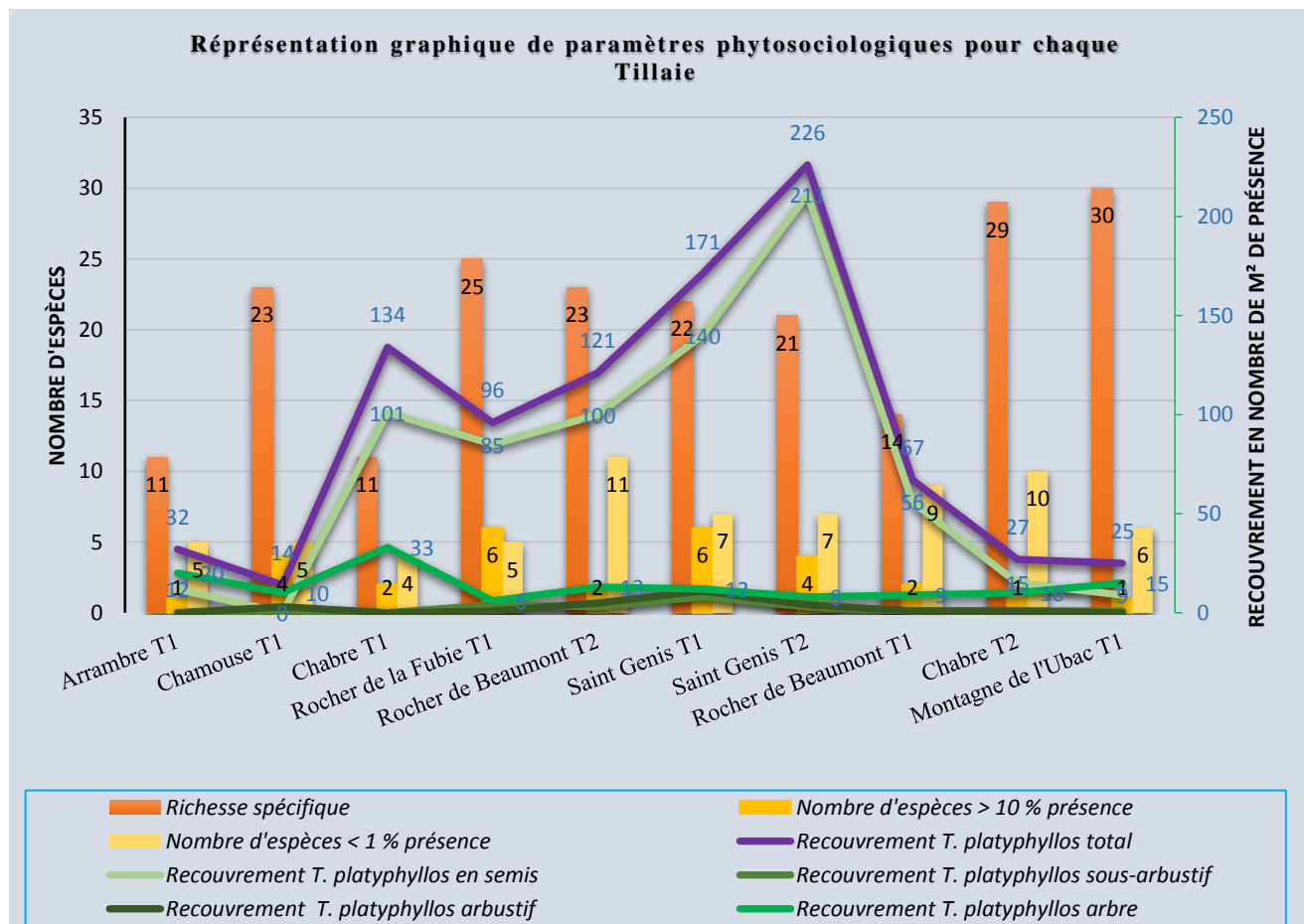


Figure 6 : Graphique représentant la richesse spécifique, le nombre d'espèce(s) "dominante(s)", le nombre d'espèce(s) "minoritaire(s)" selon leur recouvrement en % de m² du transect où leur présence a été relevée (diagrammes) et le recouvrement du *Tilia platyphyllos* de chaque strate et total pour chaque transect.

Les espèces de toutes les Tillaies comprises, la richesse spécifique des strates est remarquable : 12 espèces d'arbres ont été relevées dans la strate arborée, 41 espèces dans la strate arbustive et 29 espèces dans la strate sous-arbustive. En moyenne, par Tillaie, il y avait dans les mêmes strates respectives 6,2 espèces, 14,2 espèces et 6,4 espèces. Les espèces trouvées dans la strate herbacée sont particulièrement nombreuses près de 130 espèces et 27,8 espèces en moyenne par Tillaie. Les bryophytes constituent également une source de diversité dans ces milieux, avec au total 65 espèces de mousses différentes et 21,0 espèces par Tillaie.

Notons qu'une même espèce peut apparaître dans plusieurs strates d'un même relevé phytosociologique, par exemple le Tilleul à grandes feuilles a été trouvé dans la strate herbacée en tant que semis, dans les strates arbustive et sous-arbustive en tant que jeunes plants et sub-adultes et dans la strate arborée à l'état adulte d'arbre.

Sur l'ensemble des 10 Tillaies étudiées, plus de 167 espèces végétales vasculaires (trachéophytes) différentes ont été relevées et 69 espèces de bryophytes, soit 236 espèces végétales au total.

4. Recouvrement de *T. platyphyllos* sur les transects

Le recouvrement de *T. platyphyllos* total (semis, sous-arbustifs, arbustifs et arbres : courbes vertes, Figure 6) paraît être indépendant de la richesse spécifique et du nombre d'espèce(s) dominante(s) ou minoritaire(s) (Courbe violette, Figure 6). En revanche, c'est clairement le recouvrement des semis qui constitue la composante principale de la variation du recouvrement général de l'espèce dans nos transects (courbes violette et vert clair, Figure 6).

III. Relevés et traits phénologiques, biologiques, écologiques

1. Tillaies toutes confondues

Les proportions pour chaque trait ont été calculées une première fois selon la liste de toutes les espèces notées dans les relevés, puis une seconde fois avec une pondération par le nombre d'occurrence de l'espèce parmi ces derniers (1 à 10). Cette pondération vise à faire ressortir des tendances récurrentes, habituelles ou ponctuelles dans les Tillaies. Les diagrammes circulaires présentant ces résultats sont en Annexe 9.

a. Type chorologique

La pondération des taux des types chorologiques les fait varier légèrement (Tableau 2). 2 à 3 grands types se distinguent. Les **eurasiatiques** sont toujours majoritaires avec 23,7 % sans pondération (s. p.) puis 24,5 % avec pondération (a. p.). Les **espèces à vaste répartition et incluant les « autres »** leur succèdent avec 20,5 % s. p. puis 20,8 % a. p. ; les **européens** ont 19,9 % s. p. puis 20,8 % a. p. ; ensuite ce sont les **orophytes eurasiatiques** qui ont un pourcentage de 14,7 % s. p. et 15,0 % a. p., puis les **orophytes spécifiques** de la région supra-méditerranéenne et alpine avec 8,3 % s. p. et 7,6 % a. p..

		s. p.	a. p.			s. p.	a. p.
Type chorologique	eurasiatique	23,70%	24,50%	Pollinisation	entomogame	82,00%	79,90%
	vaste et autres	20,50%	20,80%		anémogame	16,20%	18,80%
	européen	19,90%	20,80%		hydrogame	1,80%	1,30%
	orophytes eurasiatique	14,70%	15,00%	Dissémination	barochore	47,30%	48,90%
	orophytes spécifiques	8,30%	7,60%		zoochore	25,70%	18,80%
Type biologique	hémicryptophyte	49,10%	37,30%	Floraison	anémochoire	25,10%	22,70%
	nanophanérophyte	20,00%	31,00%		estivale	58,70%	50,90%
	chaméphyte	9,10%	18,00%		vernale	41,30%	49,10%

Tableau 2 : Tableau synthétique du taux de représentation des traits phénologiques et biologiques de l'ensemble des espèces des relevés

b. Type biologique

Après pondération, une variation des rapports des types biologiques s'observe ici (Tableau 2). La majorité des espèces rencontrées dans les Tillaies sont des **hémicryptophytes** (49,1 % s. p. et 37,3 % a. p.). Ensuite ce sont les **nanophanérophytes** (20,0 % et 31,0 % respectivement) qui dominent. Les autres ne sont

présents qu'à moins de 10 %, mis à part les **chaméphytes** qui, avec la pondération, montent de 9,1 % à 18,0 %. Les nanophanérophytes (+ 11,0 %) et les chaméphytes (+ 8,9 %) voient leur taux le plus augmenter après pondération, les hémicryptophytes, eux ont la plus forte baisse (- 11,8 %).

c. *Altitude*

L'amplitude moyenne altitudinale des espèces des Tillaies des Baronnies Provençales est large. L'altitude minimale moyenne des espèces des relevés des Tillaies est à 154,3 m avec un écart-type de 253,9 m. La moyenne maximale est à 1 968,2 m avec un écart-type de 415,1 m.

d. *Floraison*

Les espèces rencontrées dans les relevés fleurissent durant deux phases distinctes : 58,7 % sont estivales, contre 41,3 % de vernaies. En pondérant les taux, ils s'équilibrent à près 50 % chacune.

e. *Pollinisation*

Les taux des types de pollinisation des espèces des relevés diffèrent peu avec leur pondération : ce sont des espèces principalement **entomogames** qui sont présentes (82,0 % et 79,9 %). Les espèces **anémogames** les secondent avec 16,2 % et 18,8 % respectivement. Il reste alors quelques espèces hydrogames : mousses et fougères (1,8 % s. p. et 1,3 % a. p.).

f. *Dissémination*

Les espèces **barochores** sont les plus représentées (47,3 % et 48,9 %), ensuite ce sont les **zoochores** (25,7 % et 35,5 %) puis ce sont les **anémochores** (25,1 % et 22,7 %). Les pourcentages subsistant correspondent aux espèces displochores avec un taux de 1,8 % s. p. et de 2,9 % a. p..

g. *Observation générale*

Avec le recul sur l'ensemble des données récoltées et synthétisées sur la totalité des espèces qui ont été relevées dans les Tillaies, une approche par strate permet de faire une observation intéressante de la dynamique au sein de chacune d'elles (Figure 7).

Les taxons de la strate arborée sont essentiellement des phanérophytes (arbres de 6 m à 20 m de hauteur). Ces derniers se caractérisent en grande majorité par une pollinisation tant entomogame (53,9 %) qu'anémogame (46,1 %), des fleurs en chatons à floraison vernale, une dissémination anémochore de samares (ou parfois zoochores des baies), et des préférences photophiles, mésoclines, oligotrophes, neutrophiles et terro-saxiclinales à saxicoles. Notons que *T. platyphyllos* est le seul arbre à pollinisation entomogame et floraison estivale (et non vernale) ; il se démarque ainsi des autres espèces de la strate et montre un aspect relictuel de sa présence dans le milieu. Il est de plus anémochore et ses fruits (seules capsules parmi les fruits des arbres des relevés) sont en partie disséminés plus tardivement, en hiver, après la chute des feuilles (comme le frêne commun ou les érables) probablement car la dispersion est plus efficace à ce moment-là (plus de précisions sont en Annexe 2).

La strate arbustive (arbuste de < 6 m à ≈ 1 m) se compose principalement de nanophanérophytes à pollinisation de fleurs estivales en cymes, corymbes ou grappes, entomogames et à dissémination zoochore de baies. Elles sont d'autre part plutôt hélio- ou photophiles, mésoclines, oligotrophes, neutrophiles à calcicoles et terro-saxiclinales.

Les strates sous-arbustives et herbacées (< 1 m) sont constituées d'espèces de plusieurs types biologiques : hémicryptophytes, géophytes, thérophytes et chaméphytes. Ici, les traits sont multiples : les fleurs à 60 % vernaies et 40 % estivales, fondamentalement en panicules ou en ombelles, se font polliniser par des insectes (entomogames) et rarement par le vent (anémogames) ou l'eau (hydrogames, comme pour les mousses et fougères sur rocher). Les akènes, capsules ou baies produits peuvent être à dissémination anémochore, dispochore, barochore et/ou zoochore. Enfin, ce sont des taxons qui sont surtout héliophiles, oligotrophes, calcicoles-neutrophiles et terro-saxiclinales à terro-saxicoles.

STRATE ARBOREE :

Phanérophytes

- Pollinisation **anémio-** (vent et courants d'air) et **entomogame** (surtout hyménoptères) des fleurs vernales (sauf *T. platyphyllos* : estivales)
- Dissémination **anémio-** et **barochore** des fruits

STRATE ARBUSTIVE :

Nanophanérophytes

- Pollinisation **entomogame** des fleurs majoritairement estivales (surtout hyménoptères)
- Dissémination **zoochore** des fruits (micromammifères, oiseaux,...)

STRATES SOUS-ARBUSTIVE, HERBACEE ET SEMIS :

Hémicryptophytes, thérophytes, chaméphytes, géophytes

- Pollinisation **entomo-** (hyménoptères, coléoptères) et **anémogame** (courants d'air) des fleurs vernales et estivales
- Dissémination **baro-** (force de gravité) et **zoochore** (micromammifères, oiseaux,...) des fruits

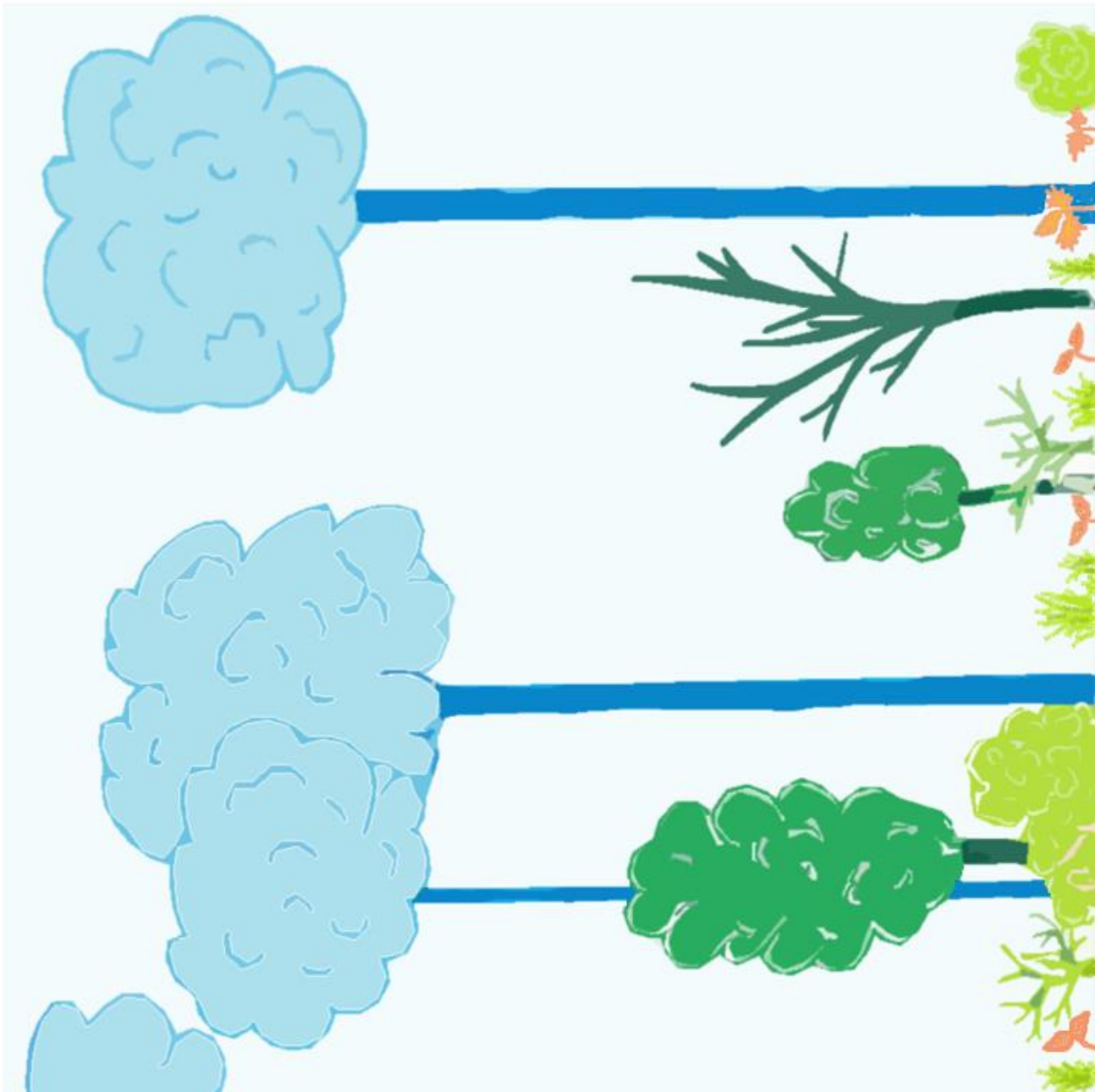


Figure 7 : Schéma de la dynamique phénologique dans les différentes strates des tilleules des Baronnies Provençales.

2. Comparaison inter-Tillaies

Suite à l'analyse générale, nous avons comparé ces mêmes paramètres au sein des Tillaies individuellement.

a. Chorologie

Parmi les types chorologiques, 3 sont prépondérants dans toutes les Tillaies : **européen, eurasiatique** et ceux qui ont été regroupés sous « **vaste répartition et autres** ».

Les espèces de répartition **européenne** constituent généralement plus de 20 % (sauf dans les T1 et T2 montagne de Saint-Genis : 14,9 % et 14,8 %) et jusqu'à 42,9 % des espèces dans les relevés. Les types chorologiques à « **vaste répartition et autres** » composent de 11,6 % (T2, montagne de Chabre) à 28,6 % (T1, montagne de l'Ubac) de la diversité spécifique des Tillaies. Les **eurasiatiques** ont un pourcentage plus variable : 7,1 % (ponctuellement en T1 à la montagne de l'Ubac) sinon plutôt environ 20 %, et jusqu'à 40,7 % (T2, montagne de Saint-Genis).

Les types chorologiques minoritaires sont, sur l'ensemble des Tillaies, les types méditerranéens, les orophytes spécifiques supra-méditerranéens et alpins et les arctiques, avec moins de 15 % de pourcentage chacun. Les orophytes eurasiatiques sont également peu présents : environ ou moins de 15 % dans 8 des 10 Tillaies, et environ 20 % pour les deux restantes. Le type atlantique n'y figure que ponctuellement : il n'apparaît que dans 2 relevés (T1, montagne de Chamouse et T2, Rocher de Beaumont).

Types chorologiques / Sites	Montagne d'Arambre	Montagne de Chamouse	Montagne de Chabre T1	Rocher de la Fubie (Trescléoux)	Rocher de Beaumont T2	Montagne de Saint-Genis T1	Montagne de Saint-Genis T2	Rocher de Beaumont T1	Montagne de Chabre T2	Montagne de l'Ubac (Ribiers)
Orophyte spécifique de la région supra-méd. et alpine	6,7%	10,9%	7,1%	6,1%	4,4%	10,6%	7,4%	5,7%	9,3%	7,1%
Orophyte eurasiatique	16,7%	14,5%	14,3%	14,3%	6,7%	17,0%	11,1%	20,8%	20,9%	14,3%
N-apennino-SO-alpin	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	0,0%
Méditerranéen	6,7%	5,5%	0,0%	14,3%	11,1%	2,1%	3,7%	5,7%	7,0%	0,0%
Européen	20,0%	25,5%	35,7%	20,4%	20,0%	14,9%	14,8%	17,0%	20,9%	42,9%
Eurasiatique	16,7%	25,5%	21,4%	20,4%	31,1%	29,8%	40,7%	22,6%	23,3%	7,1%
Atlantique	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	0,0%
Région arctique	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	2,1%	0,0%	0,0%	4,7%	0,0%
Vastes, autres	23,3%	16,4%	21,4%	22,4%	24,4%	23,4%	22,2%	26,4%	11,6%	28,6%

Tableau 3 : Synthèse des proportions des types chorologiques des espèces dans les Tillaies

b. Type biologique

La distinction des types biologiques des espèces selon la classification de Raunkiaer C. (1905) caractérise la forme naturelle des plantes et leur stratégie de survie face aux conditions défavorables (froid, excès ou déficit en eau, etc.).

Type biologique	Montagne d'Arambre	Montagne de Chamouse	Montagne de Chabre T1	Rocher de la Fubie (Trescléoux)	Rocher de Beaumont T2	Montagne de Saint-Genis T1	Montagne de Saint-Genis T2	Rocher de Beaumont T1	Montagne de Chabre T2	Montagne de l'Ubac (Ribiers)
PhanérophYTE	13,3%	14,0%	42,9%	11,5%	13,3%	19,1%	25,0%	18,5%	15,6%	35,7%
Hémicryptophyte	43,3%	54,4%	0,0%	36,5%	44,4%	36,2%	32,1%	38,9%	31,1%	0,0%
NanophanérophYTE	23,3%	26,3%	57,1%	32,7%	22,2%	25,5%	28,6%	25,9%	37,8%	64,3%
Chaméphyte	6,7%	0,0%	0,0%	3,8%	4,4%	2,1%	0,0%	3,7%	11,1%	0,0%
Thérophyte	10,0%	0,0%	0,0%	11,5%	8,9%	6,4%	0,0%	1,9%	0,0%	0,0%
Géophyte à rhizome	3,3%	1,8%	0,0%	1,9%	2,2%	8,5%	10,7%	9,3%	4,4%	0,0%
Géophyte à bulbe	0,0%	3,5%	0,0%	1,9%	0,0%	2,1%	3,6%	1,9%	0,0%	0,0%
PseudophanérophYTE	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tableau 4 : Synthèse des proportions des types biologiques des espèces dans les Tillaies

Nous rencontrons parmi les espèces des relevés, 6 types biologiques différents avec parfois des déclinaisons : chaméphyte, géophyte (à bulbe ou à rhizome), hémicryptophyte, phanérophYTE (et nanophanérophYTE), pseudophanérophYTE et thérophyte (Tableau 2).

Une première observation est la présence de 2 types biologiques dominants dans tous les relevés : les **nanophanérophytes** et les **phanérophytes**. Les premiers peuvent représenter jusqu'à 64,3 % des espèces d'une Tillaie (T1, montagne de l'Ubac) ou seulement 22,2 % (T2, Rocher de Beaumont). Les seconds constituent entre 11,5 % (T1, Rocher de la Fubie) et 42,9 % (T1, montagne de Chabre). Un troisième type dominant, mais présent que sur 8 des 10 Tillaies, les **hémicryptophytes**, compose de 32,1 % (T2, montagne de Saint-Genis) à 54,4 % (T1, montagne de Chamouse) des espèces des relevés (Tableau 2).

Une observation des types minoritaires met en évidence les **géophytes à bulbes** et les **géophytes à rhizomes** (existants chacun dans 6 des 10 Tillaies, à moins de 5 % sauf 2 exceptions près de 10 % pour les géophytes à rhizomes). Des espèces thérophytes ou chaméphytes ne sont pas systématiquement présentes dans les Tillaies. Les pseudophanérophytes ne figurent que dans un relevé (T2 du Rocher de Beaumont) où ils représentent 4,4 % des taxons.

c. Sensibilité au pH

La sensibilité au pH révèle deux tendances fondamentales des espèces : **neutrophiles** ou **calcicoles**. Au sein des relevés, les espèces neutrophiles varient de 37,8 % (T2, montagne de Chabre et T2, Rocher de Beaumont) à 57,1 % (T1, montagne de Chabre et montagne de l'Ubac) et les espèces calcicoles de 21,4 % (T2, montagne de Saint-Genis) à 51,1 % (T2, montagne de Chabre). Nous trouvons également des espèces acidophiles ou acidiclinales en petites proportions (moins de 10 %) dans quelques Tillaies. Des taxons neutro-

acidiclinales ou neutro-calcoïques se manifestent dans 4 Tillaies, constituant près de 20 % des taxons de ces relevés.

d. Affinité au sol

La végétation des Tillaies indique une nette tendance **terro-saxicline** (trait le plus important dans tous les relevés avec un minimum de 26 % dans la T1 de la montagne de Saint-Genis et jusqu'à 50 % dans la T1, de la montagne de Chabre). Ce sont des espèces **saxiclinales** qui sont secondaires (11 % à 22 %), sauf à la montagne d'Arambre où elles ne sont que 3 %.

Ensuite, les taxons semblent être moins spécifiques : les terro-humicoles sont relativement répandus, puis ce sont des taxons avec d'autres affinités qui constituent le reste des relevés, avec moins de 10 % chacune dans l'ensemble (terro-saxicole, terro-humicline, terricole, saxicole, humo-terricole, humo-saxicline, humo-saxicole, humicole, saxi-terricole, saxi-humicole).

IV. Mesures des échantillons prélevés

La biométrie et la pilosité des sous-espèces de *T. platyphyllos* décrites par Pigott D. (2012) comme caractères discriminants des sous-espèces, ont servi comme points de référence et de comparaison aux mesures que nous avons faites (Tableau 1).

Nous avons parmi nos 5 échantillons de chacune des 10 Tillaies, une grande variation de ces paramètres. Elle s'observe tant en intra-Tillaie qu'en inter-Tillaie et ne nous permet pas de définir précisément à quelle(s) sous-espèce(s) nous avons affaire (Annexe 10).

Dans l'ensemble, nous observons tout de même un penchant dans les mesures biométriques des feuilles et des bractées pour les sous-espèces *pseudorubra* ou *platyphyllos* (Annexe 10 et Tableau 2). Effectivement, elles tendent vers des feuilles dont la largeur du limbe est inférieure à la longueur, dont le pétiole est relativement petit, et vers des bractées proportionnellement fines en largeur par rapport à la longueur. La pilosité est également non discriminante. Les observations du pétiole et des faces supérieure et inférieure du limbe semblent plutôt orienter vers les sous-espèces *pseudorubra* (pétiole glabre, et limbe glabre ou très peu poilu sur les deux faces) et *cordifolia* (pétiole et limbe poilus), plutôt que vers *platyphyllos* dont le pétiole et la face supérieure sont poilus et la face inférieure glabre.

DISCUSSION

I. Habitat

Selon le Prodrome des végétations de France (Bardat J. *et al.*, 2004), les Tillaies baronnardes se rattachent au *Tilion platyphylli* Moor 1973, alliance de la classe *Quercus Roboris-Fagetum sylvaticae* Br.-Bl. & J. Vlieger in J. Vlieger 1937 qui caractérise les "forêts tempérées caducifoliées ou mixtes, collinéennes et montagnardes (plus rarement subalpines), ainsi que supra-méditerranéennes" (Prodrome 57.0). C'est ensuite dans l'ordre du *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928 (Prodrome 57.0.3), que nous nous spécialisons, ce sont les "communautés collinéennes et montagnardes, acidiphiles à calcicoles, non thermophiles" de la classe. Le sous-ordre du *Cephalanthero rubrae-Fagenalia sylvaticae* Rameau J.C. (1981) (prodrome 57.0.3.2) nous permet enfin d'arriver à notre habitat d'intérêt. Il cible les "communautés collinéennes et montagnardes, (thermo)xéro-, mésoxérophiles, calcaricoles à calcicoles ». Au sein de ces communautés du sous-ordre, nous nous intéressons aux "communautés xérophiles, sur éboulis grossiers" qui sont ici les Tillaies sèches d'éboulis nommées *Tilion platyphylli* Moor 1973 (prodrome 57.0.3.2.2).

L'alliance du *Tilion platyphylli* Moor 1973 faisant partie des forêts denses de pentes, éboulis, ravins, c'est un habitat prioritaire Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001) de la Directive Habitats de l'Union européenne 92/43/CEE, qui suscite une attention particulière quant à son état de conservation préoccupant et aux mesures de protection que les états membres doivent mettre en place. Les Tillaies des Baronnies Provençales peuvent se caractériser par différents traits qui leurs sont propres. Elles peuvent ainsi parfois être assimilées à des associations de l'alliance. Par exemple, la Tillaie T1 du Rocher de Beaumont peut être associée à un *Aceri opali-Tilietum platyphylli* Rameau 1996 (Tillaie sèche de Bourgogne, du Jura et des Alpes, 9180-12) ou la T1 d'Arambre à un *Buxo sempervirenti-Tilietum platyphylli* (Tillaie sèche à Buis des Pyrénées, 9180-13), selon les toponymies du Cahier d'Habitats Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001).

Une comparaison avec des Tillaies du Jura permet de remarquer une ressemblance certaine avec des *Aceri opali-Tilietum platyphylli* Rameau 1996 et de faire des hypothèses au sujet de l'évolution du milieu jusqu'à l'état actuel, notamment à partir du *Tilio platyphylli-Fagetum sylvaticae* Moor 1968 (sous-ordre *Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae* W. Lohmeyer & Tüxen 1954) (Bensettiti F. *et al.*, 2001 ; Ferrez Y. *et al.*, 2011). Nous avons en effet pu observer des Tillaies érablières parmi nos relevés (T1 et T2, montagne de Chabre ; T1 et T2, Rocher de Beaumont ; T2, montagne de Saint-Genis ; T1, montagne de l'Ubac à Ribiers). Elles correspondent aux « Tillaies-érablières collinéo-montagnardes xérothermophiles des éboulis riches en cailloux et blocs calcaires avec présence de terre fine, développées en pied de falaise sur forte pente » décrites dans le Synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (Ferrez Y. *et al.*, 2011). Deux autres Tillaies (T1, montagne de Saint-Genis et T2, montagne de Chabre) ont montré une certaine importance du Hêtre commun *Fagus sylvatica* dans la structure ou la communauté environnante de la Tillaie, suggérant un lien possible avec le *Tilia platyphylli-Fagetum sylvaticae* Moor 1968.

La première association végétale du Jura citée rappelle les Tillaies citées ci-dessus. Il est possible que l'évolution des milieux dans le Jura et dans les Baronnies se soit faite dans une même dynamique. Selon Bensettiti F. *et al.* (2001), ces Tillaies se seraient formées spontanément à partir d'un éboulis, se couvrant d'abord d'une végétation herbacée pionnière. Cette dernière serait ensuite colonisée lentement par des arbustes d'éboulis (Nerprun (*Rhamnus* sp.), Cerisier Sainte-Lucie (*Prunus mahaleb*), Cornouillers (*Cornus* sp.), Noisetier (*Corylus avellana*),...). L'arrivée du *T. platyphyllos* et de ses compagnes serait ensuite progressive avec une maturation lente de *T. platyphyllos*. C'est en effet ce type de végétation d'éboulis que nous trouvons dans les strates arbustives et sous-arbustives des Tillaies étudiées, avec une maturité du *T. platyphyllos* variable selon l'ouverture du milieu et l'activité de l'éboulis probablement.

La similitude avec la seconde association, mène à penser que ce sont effectivement des Tillaies relictuelles de la période où *T. platyphyllos* pouvait encore dominer les milieux des Baronnies Provençales avant l'arrivée du *F. sylvatica* notamment. Ce dernier aurait limité aux zones d'éboulis calcaires de forte pente et d'ubac, la distribution des peuplements de *T. platyphyllos*, en ayant su se répandre vastement et fortement mais ne pouvant s'installer sur ce type de sol peu stable. Une étude dans les Hautes-Vosges a permis la

datation de l'arrivée de ces deux espèces dans leurs forêts. *F. sylvatica* aurait ainsi colonisé les milieux dès le Néolithique moyen (4500 – 4340 av. J.-C.) et *T. platyphyllos* depuis le Néolithique initial (5930 – 5720 av. J.-C.) (Goepf S. *et al.*, 2004). Ces dates sont probablement du même ordre de grandeur en ce qui concerne les Alpes et concordent avec l'hypothèse énoncée précédemment.

La description des Tillaies thermophiles sur éboulis ou lapiez de Suisse est également analogue des Tillaies des Baronnies Provençales. Identifiées en tant que *Tilion platyphylli* Moor 1973, les taxons présents des différentes strates (*T. platyphyllos*, *A. opalus*, *Euonymus latifolius*, *C. avellana*, *Mercurialis perennis*,...) et les paramètres écologiques (position sur le versant, type de sol, affinité à l'eau et au pH,...) correspondent (Delarze R. & Gonseth Y., 2008).

Une dernière observation sur les habitats environnants les Tillaies (falaises à *Saxifraga* spp. ou boisements : chênaie, hêtraie, par exemple) permet de remarquer qu'ils sont, de manière récurrente, méridionaux. Cet entourage est un indice de plus, quant au caractère relictuel des Tillaies, qui sont similaires aux Tillaies situées plus au nord en France et voient leur espace réduit aux petites zones d'éboulis plus froides, non investies par les espèces méridionales lors de leur colonisation du territoire pendant le réchauffement postglaciaire.

II. Chorologie, dynamique biologique et écologie

Le travail de synthèse de la chorologie, de la phénologie et du type biologique des espèces des relevés est un complément important pour la caractérisation et la compréhension du fonctionnement des Tillaies des Baronnies Provençales étudiées.

Le premier travail d'analyse des traits sur l'ensemble des taxons des relevés et la comparaison avec celui sur les relevés isolés, nous permet de mieux caractériser et définir ces boisements naturels d'intérêt patrimonial.

La chorologie indique et confirme le contexte géographique dans laquelle nous nous situons. Nous sommes sur le continent eurasiatique, en Europe, dans une région montagnarde alpine à influence méditerranéenne. Nous retrouvons effectivement une base d'espèces eurasiatiques, d'espèces à vaste répartition et d'espèces européennes (23,7 %, 20,5 % et 19,9 % s. p. respectivement). L'identité chorologique se précise avec une forte représentation des espèces orophytes eurasiatiques (14,7 % s. p.), des orophytes spécifiques de zones méditerranéennes ou alpines (8,3 % s. p.) et des méditerranéennes (8,3 %). A l'échelle de chaque Tillaie, la proportion d'eurasiatiques diminue, mais ce sont toujours les espèces à vaste répartition, les eurasiatiques et les européennes qui dominent. Les méditerranéennes et les orophytes spécifiques ont un taux de présence qui reste du même ordre de grandeur autour de 5 % (Tableau 3). Cela relève donc une similitude de l'habitat et de son contexte général dans les Tillaies, ainsi que les variations stationnelles qui les distinguent les unes des autres.

En ce qui concerne les types biologiques, la différence de taux des phanérophtes lorsque toutes les Tillaies sont considérées (< 10 %) avec ceux lorsqu'elles sont considérées une à une (11,4 % à 42,9 %), s'explique par le fait que la richesse spécifique des milieux est principalement liée aux herbacées (thérophytes, chaméphytes, géophytes ou hémicryptophytes). Dans le premier cas, elles sont donc plus nombreuses proportionnellement, étant donné que les espèces ligneuses sont plutôt homogènes dans les relevés. Les herbacées étant plus spécifiques, elles vont être moins fréquentes dans l'ensemble, mais plus diversifiées. Dans le second cas, les ligneux (phanérophytes, nanophanérophtes, et parfois hémicryptophytes ou chaméphytes) deviennent prépondérants. Les herbacées des habitats associés sont plus particulières des Tillaies et sont des indicateurs plutôt stationnels. La présence régulière d'hémicryptophytes et ponctuelle de chaméphytes (plantes résistants au froid par la présence de bourgeons au sol ou en hauteur pour les protéger du gel par le manteau neigeux) rappelle la position collinéo-montagnarde des Tillaies.

La combinaison du type biologique et de la période de floraison, montre le rythme intercalé des strates. La floraison plutôt vernale de la strate herbacée, lui permet de profiter au maximum de la lumière avant la feuillaison plus tardive des espèces arborescentes ou arbustives. Elles peuvent ensuite subsister sous différentes formes végétatives, notamment grâce à de larges feuilles pour capter un maximum de lumière. Les arbres ayant aussi une floraison vernale, bénéficient d'une facilité de pollinisation en l'absence de feuilles,

puisqu'ils sont également en partie anémogames (sauf *T. platyphyllos* qui a une floraison estivale et est entomogame). Les arbustes eux, ont une floraison à tendance estivale avec une pollinisation entomogame mais à dissémination surtout zoochore. Ce sont ainsi deux périodes distinctes de floraison qui se succèdent et permettent aux espèces de réaliser leur cycle de reproduction. Ces phases phénologiques échelonnées se différencient par des dépenses et des économies d'énergies au sein des strates afin vivre au mieux l'enchaînement des saisons, en s'utilisant et se protégeant les unes et les autres, système faisant écho à une symbiose phénologique.

La végétation des Tillaies étant au moins à 20 % terro-saxicline, sinon saxicline principalement, cela indique qu'elle est relativement spécifique de milieux rocheux avec peu de profondeur de sol. De plus, le reste des espèces a des déclinaisons d'affinité au sol avec un lien plus ou moins fort à un substrat rocheux, et majoritairement avec une composante saxicole ou saxicline. La présence de taxons seulement « humo-terricoles » par exemple, est une conséquence de la variation d'activité des éboulis dans lesquels les Tillaies se trouvent. Effectivement, un éboulis stabilisé et colmaté permet l'installation de ce type de végétation, puisqu'un sol favorable lui sera ponctuellement disponible. Il y a donc un lien évident entre la dynamique de l'éboulis, le cortège végétal présent et la structure du boisement.

III. Dynamique démographique de *T. platyphyllos*

Au sein des Tillaies, plusieurs structures démographiques des *T. platyphyllos* ont été observées : absence de régénération apparente sous le couvert arborescent (ex. : T1, montagne d'Arambre) ; présence de semis en grands nombres mais absence ou faible présence de jeunes plants âgés d'au moins un an (ex. : T1, montagne de Chabre) ; ou pas de semis mais de nombreux arbres et quelques jeunes individus (ex. : T1, montagne de Chamouse).

D'après les transects, les abondances d'individus des trois structures d'âge n'indiquent pas de liens entre elles. La quantité de *T. platyphyllos* ne semble pas montrer non plus de sensibilité à une espèce particulière (dominante, secondaire ou minoritaire) quant à sa densité en individus (Figure 6). Néanmoins, d'autres hypothèses peuvent être émises au sujet de la variation du nombre de semis, de subadultes (sous-arbustes ou arbustes) ou d'arbres. Un premier facteur est le recouvrement des différentes strates. En effet, plus les strates arbustives et sous-arbustives sont denses, plus il est logique que les semis soient rares, par manque de lumière. De même pour la pente et la dynamique de l'éboulis, qui toutes deux en augmentant, pourraient perturber la germination et le développement des jeunes semis. Néanmoins, il semblerait que ce ne soit pas le cas. Si certaines Tillaies (T1 et T2, montagne de Saint-Genis) ont une grande quantité de semis et un faible recouvrement des strates arbustives et sous-arbustives, d'autres ont un recouvrement tout aussi faible et une quantité de semis bien moindre (T1, Rocher de Beaumont et T2, montagne de Chabre), voire l'inverse : un fort recouvrement des strates et des semis bien présents (T1, montagne de Chabre et T1, Rocher de la Fubie). Ceci se justifie par la faible sensibilité au manque de lumière des semis, qui sont donc de bons concurrents (Pigott D., 2012). Il en est de même pour la pente, la stabilité et l'activité de l'éboulis, selon l'évaluation que nous avons pu faire sur le terrain. Ainsi, deux nouvelles hypothèses en découlent : ce serait soit un ensemble de facteurs limitants ou favorisant le développement des semis qui régularaient leur nombre (productivité des arbres, pente, activité de l'éboulis, présence de micromammifères prédateurs des fruits, recouvrement,...) ; soit des stades différents de maturité (jeune et dynamique ou mature et stable) de la Tillaie, potentiellement influencés par les facteurs cités ci-dessus. Une jeune Tillaie se caractériserait par la présence de Nerprun (*Rhamnus* spp.), de Cerisier Sainte-Lucie (*P. mahaleb*), de Cornouillers (*Cornus* spp.) ou de Noisetier (*C. avellana*) et une présence progressive des phanérophytes (Tilleul à grandes feuilles (*T. platyphyllos*), Alisier blanc (*S. aria*), Erable à feuilles d'obier (*A. opalus*),...), comme au Rocher de la Fubie par exemple. Une Tillaie plus âgée pourra, avec la maturation par le Tilleul à grandes feuilles (*T. platyphyllos*), se maintenir dans cet état ou subir une régression suite à une perturbation, et revenir au stade de colonisation lente par les arbustes des éboulis.

Les différentes dynamiques démographiques dans les Tillaies (de *T. platyphyllos* ou de l'ensemble du boisement) peuvent être expliquées par des conditions environnementales variables et/ou par des compositions hétérogènes des cortèges floristiques, qui restent indubitablement liés.

Néanmoins, il a été rare d'observer la présence de *T. platyphyllos* subadultes dans les boisements. Des questions concernant la régénération de l'espèce au sein des forêts se posent donc : Y-a-t-il de la régénération par reproduction sexuée ? La régénération se fait-elle par réitérations basitones et multiplication végétative ? *Quid* des semis trouvés en quantité dans les Tillaies mais où aucun ne semble parvenir à atteindre la maturité ? Est-ce que les *T. platyphyllos* se maintiennent dans le temps ? Si oui, comment ?

Il semblerait dans un premier temps, que la régénération par reproduction sexuée soit effectivement possible puisque nous avons pu trouver des jeunes individus dans les strates arbustive ou sous-arbustive sur certains transects (T1, montagne de Chamouse ou T2, Rocher de Beaumont).

La réitération est très fréquente chez le *T. platyphyllos* sauvage. Elle peut être mésotone sur des branches plagiotropes, ou basitone à partir du pied du ou des troncs ou de branches orthotropes. La première stratégie semble servir aux arbres dominés sous la canopée, en optimisant l'accès à la lumière par l'augmentation du recouvrement dans la strate. La seconde stratégie, servirait plutôt d'amplification d'un état déjà stable d'un individu. L'observation de jeunes rejets aux pieds des individus était systématique dès lors que l'arbre était en cécipie. Parfois broutées ou détruites par l'activité de l'éboulis, ces pousses ne parviennent pas toujours à se développer jusqu'à la formation de branches ou troncs de grande taille. Des individus ayant de nombreux troncs par réitération basitone ont été relevés (jusqu'à 42 troncs dans la T2 du Rocher de Beaumont, Figure 8). Cette capacité à former des pieds multicaules est particulière aux espèces d'éboulis comme le Noisetier (*C. avellana*). D'autres essences des relevés manifestaient également cette plasticité de port adaptée aux conditions du milieu, dont notamment l'Alisier blanc (*S. aria*) et l'Erable à feuilles d'aubier (*A. opalus*). Ces contraintes liées à l'éboulis, sont également des facteurs probablement importants dans le non développement des semis de *T. platyphyllos*. Si les graines ont le temps de germer dans les éboulis grâce à la présence ponctuelle d'un substrat par accumulation, les plantules semblent ne pas survivre longtemps, vraisemblablement par les chutes de pierres, ou par la prédation d'herbivores (des traces de chevreuils ont été fréquemment vues par exemple). Il est donc logique de se questionner au sujet du maintien de l'espèce dans les boisements, puisque seule une des 8 Tillaies ayant des *T. platyphyllos* dans les strates arbustive et sous-arbustive, avait une quantité plus marquée de subadultes (une vingtaine, contre 1 à 8 pour les autres). Une hypothèse est l'efficacité ponctuelle de la germination, du développement des individus et de la survie des adultes grâce à leur capacité de réitération basitone. Une seconde hypothèse serait que cette capacité suffise



Figure 8 : Photographie d'un *T. platyphyllos* en cécipie de la T2 du Rocher de Beaumont (14.06.2016, Anna-Karine Jean)



Figure 9 : Photographie d'un dendrotelme dans un tronc de *T. platyphyllos* dans la T1 de la montagne de Saint-Genis

seule à la maintenance de l'espèce dans ces habitats. Enfin, une dernière hypothèse est que la régénération par réitération n'est pas suffisante et que *T. platyphyllos* recule lentement des milieux. Ce taxon et les milieux vus ici ont un caractère relictuel, déjà reconnu par Rameau J.C. en 1996, lorsqu'il a décrit ces habitats. Les problématiques soulevées ici témoignent également de cette spécificité.

Finalement, le *T. platyphyllos* sauvage semble montrer des traits morphologiques particuliers dans les éboulis d'ubac sur forte pente dans les Baronnies Provençales. Il se différencie ainsi nettement de son état domestiqué. Souvent décrit dans la littérature (Hegi, G., 1975 ; Castroviejo S. *et al.*, 1993 ; Pigott D. 2012 ; Tison J.M. *et al.*, 2014) comme un grand arbre en forme de boule ronde sur un beau, grand et gros tronc (jusqu'à largement plus de 50 cm de diamètre), placé au milieu de champs ou devant une ferme par exemple, il a une toute autre allure dans les Tillaies sauvages. Son tronc y est rarement plus gros que 40 cm de diamètre, et est souvent multiple et il a une couronne feuillée de forme un peu aléatoire qui va chercher la lumière. La formation très originale de ces troncs, peut faire en sorte qu'un seul individu s'étale sur plusieurs mètres carrés (Figure 8), avec parfois même des dendrotelmes, micro-habitats aquatiques très intéressants,

formés dans des cavités de troncs (Figure 9, T1, montagne de Saint-Genis).

En plus de la variation du port général entre sauvage et domestiqué que nous avons constatée, nous nous sommes intéressés aux traits morphologiques et leur variabilité au sein de peuplements l'espèce et des individus eux-mêmes.

IV. Biométrie et diversité intra-spécifique de *T. platyphyllos*

Le travail effectué sur la biométrie de nos prélèvements de *T. platyphyllos* des Tillaies des Baronnies Provençales n'a pas pu permettre l'identification exacte de la sous-espèce à laquelle nous avons affaire, selon les critères (Tableau 2) de Pigott D. (2012). Au contraire, nous remarquons plutôt la diversité intra-spécifique de la taille de la feuille (longueur, largeur et pilosité), du pétiole (longueur et pilosité), bractée (longueur et largeur) et du nombre de fleurs. Cette hétérogénéité se remarque en intra-individuel, inter-individus, intra-Tillaie et inter-Tillaie.

D'autre part, les distinctions des sous-espèces que Pigott D. (2012) a faites peuvent paraître relativement légères (parfois avec juste 1mm de différence pour un caractère où la mesure est de plusieurs centimètres). Nous ne connaissons pas non plus l'état exact du matériel sur lequel il a fait les mesures (âge, sec ou frais, position du rameau et des feuilles sur l'arbre), et cela peut fortement les faire varier. De plus, notre matériel a été cueilli sur des arbres dont l'avancement de la floraison était inégal, entre autre parce que le développement des feuilles et des inflorescences au sein des Tillaies était hétérogène. La pilosité est un caractère également discriminant dans l'identification de la sous-espèce par Pigott D. (2012), cependant elle peut être altérée par l'âge du matériel, les conditions dans lesquelles il s'est développé, le séchage ou les transports. C'est donc un trait à considérer avec précaution.

V. Synthèse de la Tillaie des Baronnies Provençales :

Les Tillaies des Baronnies Provençales sont en somme :

- Des caractères communs aux Tillaies :
 - Forêts feuillues
 - Thermophiles
 - Méso-xérophiles
 - Collinéo-montagnardes
 - Sur éboulis calcaire
 - Caractérisée par des arbres tels que le tilleul à grandes feuilles *T. platyphyllos*, l'érable à feuilles d'obier *A. opalus*, le frêne commun *Fraxinus excelsior* et l'Alisier blanc *Sorbus aria*
 - Une végétation de sous-bois thermophile adaptée à la sécheresse et à floraison vernale (avant feuillaison des arbres)
 - Exposition nord (ubac)
- Des caractères propres à chacune (marquent l'identité) :
 - Position sur le versant
 - Altitude (900 m à 1 400 m environ)
 - Physionomie et densité de boisement
 - Structure et texture en surface du sol
 - Densité de *T. platyphyllos* à l'hectare et dans les différentes strates
 - Dynamique ou état évolutif de la forêt (jeune, en progression, mature ou en régression)
 - Dynamique de l'éboulis

VI. Ouvertures ou approfondissements

Pour approfondir notre travail de caractérisation des Tillaies sauvages des Baronnies Provençales, des relevés dans des Tillaies supplémentaires seraient nécessaires afin de les analyser avec Juice, un logiciel de gestion, d'analyse et de classification de données écologiques. Cela apporterait un appui statistique aux observations et hypothèses que nous avons émises ici, notamment concernant l'habitat, l'environnement et la diversité spécifique. Un examen précis des compositions et structures géologiques et pédologiques des Tillaies serait un autre supplément très intéressant. Il a effectivement été remarqué que la dynamique (ou l'absence de

dynamique) des éboulis avait vraisemblablement un impact sur la dynamique de la Tillaie et de son cortège végétal. Les chutes de pierres, le sol peu ou non stable, la présence variable de terre, d'humus ou de litière sont des facteurs liés l'éboulis qui permettent ou non l'installation de différentes espèces (saxicole, terro-saxicole, saxicline, humo-saxicole,...) et leur régénération.

Dans le but de compléter la vision scientifique des *T. platyphyllos* sauvages, une première suite à ce travail est déjà programmée avec une approche ethnobotanique des arbres cultivés. Des observations faites ici durant la campagne de prospection 2016, seront alors utiles. Des espaces de présence ont effectivement été relevés, mais ne permettaient pas l'application du protocole. Ces zones ayant une superficie trop petite pour la réalisation d'un transect de 50 m de longueur, ou étant fractionnées et non homogènes sur une surface suffisante (Figure 10), elles n'ont pas été sélectionnées et étudiées. Néanmoins, ces secteurs sont très intéressants pour la compréhension et la relation entre le Tilleul sauvage des Baronnies Provençales et l'homme. A la montagne de Gravas (Figure 10) par exemple, il y a plus d'une centaine d'année, le versant sud et la majeure partie du versant nord n'étaient pas boisés, mis à part ces petits espaces de tilleuls sauvages. Ils pouvaient probablement servir de lieu de cueillette vu leur accessibilité. Une autre piste à explorer dans cette perspective, serait par exemple, celle de le *T. platyphyllos* de la montagne de Chabre, faisant partie des Arbres Remarquables des Hautes-Alpes (Collectif, 2015). C'est un arbre de plusieurs mètres de circonférence qui montre des marques de taille par l'homme et de répétitions basitones, signe d'une certaine domestication et d'un maintien de caractères sauvages.



Figure 10 : Photographie de la crête en versant nord de la montagne de Gravas, avec des microfalaises abritant ponctuellement des *T. platyphyllos* en dessous (20.05.2016, Anna-Karine Jean)

Un second complément sera une analyse génétique des prélèvements faits dans les Tillaies sauvages et des arbres cultivés afin d'identifier la ou les sous-espèce(s) présente(s), les variétés et les croisements effectués. L'objectif sera également de faire les rapprochements « Tilleuls sauvages » et « Tilleuls domestiqués, cultivés » des Baronnies Provençales. Enfin, une première recherche d'activité mycorhizienne dans la Tillaie T2 de la montagne de Chabre, a été faite par Marie-Noëlle Binet, maître de conférences à l'Université de Bourgogne et chercheur au Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA). La présence d'ectomycorhizes sur les semis de *T. platyphyllos* a été observée, et des prélèvements sur d'autres espèces (semis surtout) pourront être étudiés. La richesse spécifique et l'activité endo- ou ecto-mycorhizienne peut aussi devenir un axe de recherche complémentaire, étant donné que leur influence sur la dynamique et sur la diversité des milieux est déjà connue.

CONCLUSION

Le contexte actuel place au sein des problématiques écologiques, la biodiversité floristique et faunistique pour leur importance et intérêts environnementaux. Dans le cadre d'une préoccupation scientifique et patrimoniale, l'étude menée ici a permis de mieux caractériser et comprendre l'espèce *T. platyphyllos* et les Tillaies sauvages des Baronnies Provençales. Le *Tilion platyphylli* Moor 1973, dans lequel s'inscrivent ces Tillaies, fait partie des 231 habitats prioritaires Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001) qui suscitent une attention particulière en raison de leur état critique de conservation et nécessitent la mise en place de mesures de gestion, protection et conservation. Le passé économique et culturel du « Tilleul des Baronnies » et son avenir incertain sont un second moteur de l'élaboration de ce travail.

Grâce à la campagne de prospection 2016, 10 Tillaies ont pu être sélectionnées pour l'application de notre protocole. Le choix et la mise en place de ce dernier a été fait dans l'optique de récolter un maximum d'informations. Nous avons fait dans chaque Tillaie des transects linéaires (adaptés à la distribution non agglomérée de l'espèce), des relevés phytosociologiques sigmatistes des flores vasculaires et bryophytiques (pour identifier et structurer la végétation, et pour définir son environnement), et des prélèvements de rameaux de 5 individus de *T. platyphyllos* pour la constitution d'un herbier de référence et la prise de mesures biométriques.

Suite à ce travail de terrain puis d'analyses, nous avons pu assimiler les Tillaies des Baronnies Provençales à différentes associations : la Tillaie sèche à Erable à feuilles d'obier (*Aceri opali-Tilietum platyphylli* Rameau 1996) et la Tillaie sèche à Buis (*Buxo sempervirenti-Tilietum platyphylli*). Les descriptions des Tillaies dans le Jura (Ferrez Y. *et al.*, 2011) et en Suisse (Delarze R. & Gonsseth Y., 2008) montrent une ressemblance qui renforce le caractère relictuel des boisements de *T. platyphyllos* dans le sud des Alpes. Ils seraient probablement des vestiges de la période postglaciaire, durant laquelle les espaces disponibles ont été limités par l'expansion d'espèces plus dynamiques, comme *F. sylvatica* ou *Q. pubescens*. Ces espèces ayant su coloniser les milieux grâce à un changement vers un climat plus favorable (pour *F. sylvatica* : une période douce et humide « atlantique » et pour *Q. pubescens* : une période douce et sèche « méditerranéenne »). Ne pouvant s'y installer, elles ont repoussé *T. platyphyllos* vers le nord et dans les zones plus froides d'éboulis calcaires, à forte pente et en ubac de montagne. Grâce aux cortèges floristiques relevés dans les Tillaies, nous avons pu identifier les dynamiques des Tillaies. Une première dynamique de maturation et de mise en place de ces forêts s'est dessinée avec les distinctions des types chorologiques et biologiques des espèces. La dynamique phénologique au sein des strates a pu être schématisée grâce aux traits biologiques tels que la période de floraison, le type de pollinisation et de dissémination recensés pour chaque taxon. Le fonctionnement et l'échelonnement de la reproduction des espèces au sein des strates a pu être défini : une floraison vernale des strates herbacée et arborée avec une pollinisation entomogame et anémogame ; une dissémination pour la première barochore ou zoochore et pour la seconde barochore ou anémochore ; suivie de la floraison estivale de la strate arbustive, avec une pollinisation entomogame et dont les fruits sont zoochores. L'identification de la sous-espèce de *T. platyphyllos* à partir de la biométrie et selon les critères de Pigott D. (2012) n'a pas été concluante. En effet, une forte variabilité morphologique des feuilles et des fleurs aux niveaux intra- individuel, interindividuel, intra-Tillaie et inter-Tillaie a été observée. Celle-ci pourrait être naturelle ou résulter d'une hybridation avec d'autres espèces, sous-espèces ou variétés importées ou créées. Si la différence de milieux des tilleuls sauvages (éboulis sur forte pente d'ubac de montagne, entre 900 m et 1 400 m d'altitude) et des domestiqués (bords de routes, ripisylve, parcs, place de village, d'altitude plutôt basse) est bel et bien présente, l'utilisation de pieds de greffe, de greffons et la culture en vergers d'altitude des *T. platyphyllos* est un vecteur possible de l'existence de tels croisements.

Des études et analyses complémentaires seront donc nécessaires à la compréhension de l'évolution de l'ensemble des tilleuls dans les Baronnies Provençales. Une analyse génétique des individus sauvages récoltés lors de la campagne de prospection 2016 et des individus domestiqués à prélever ou mis en herbier par Luc Garraud auparavant, amènera une aide importante quant à la compréhension de la diversité intra- et interspécifique et de la création des variétés présentes sur le territoire. Une étude ethnobotanique sera également utile afin de compléter ce travail avec des connaissances patrimoniales, sociales, économiques et ethnologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson G. J., 1976. *The Pollination biology of Tilia*. American Journal of Botany 63, 1203 – 1212 p.
- Bardat J. *et al.*, 2004. *Prodrome des végétations de France*. Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle. 171 p.
- Bardat, J. & Hauguel J.C., 2002. *Synopsis bryosociologique pour la France ; Cryptogam.*, Bryol. 23(4), 279-343 p.
- Barengo N., 2001. *Tilleul à grandes feuilles. Tilia platyphyllos Scop. Tilleul à petites feuilles. Tilia cordata Mill.*, Chaire de sylviculture EPFZ, Direction fédérale des forêts OFEFP.
- Basiotis K. B., 1972 *Lectures of special applied silviculture*. Aristotle University of Thessaloniki.
- Bengtsson R., 2005. *Variation in common lime ((Tilia x europaea L.) in Swedish gardens of the 17th and 18th centuries*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2005-64.
- Bensettiti F., Rameau J.-C. & Chevallier H. (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. Éd. La Documentation française, Paris.
- Bissuel S., 2012. CBNA-Territoire d'agrément 2012
- Boinska U. Chmielewska A., 1977. *Charakterystyka biometryczna Tilia cordata Mill. i T. platyphyllos Scop. oraz ich mieszanow w rezerwacie Ostrow k. Pszczolczynia w wojbydgoskim*. Fragmenta Floristica et Geobotanica 23, 45-56.
- Boullard B., Dominik T., 1966. *Les associations mycorhiziennes dans les hêtraies Françaises*. Bulletins du Museum d'Histoire Naturelle de Marseille 26, 5-19.
- Braun-Blanquet J., 1952. *Peuplements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS, Montpellier, 297 p.
- Browicz K., 1968. *Tilia L. In Tutin, T.G. et al. (eds). Flora Europaea 2, 247-248.*
- Castroviejo S. *et al.*, 1993. *Flora iberica, vol. III*. Real Jardin Botánico, C.S.I.C., 186-189.
- Christensen, 1990. *Stone age dug-out oats in Denmark : occurrence, age, form and reconstruction*. In Robinsons, D.E. (ed.). Experimentation and Reconstruction in Environmental Archaeology. Oxford : Oxbow Books.
- Collectif, 2015. *Arbres remarquables des Hautes-Alpes*, Ed. Actes Sud et Association Méluzine. Collection Nature, 192 p.
- Corcket E., 2001. *Guide simplifié de typologie des stations forestières du Diois et des Baronnies drômoises*.
- Coussy B., Garraud L., Godron M., 2013. *Le Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans les Préalpes françaises : étude de l'écologie et de la structure des peuplements*. Ecologia Mediterranea 49(1).
- De Lage A. *et al.*, 2015. *Dictionnaire de Biogéographie végétale : nouvelle version encyclopédique et critique*, CNRS édition, Paris.
- Delarze R. & Gonseth Y., 2008. *Guide des milieux naturels de Suisse*. Rossoli, Bssigny. 424 p.
- Eisenhut G., 1959. *Beiträge zur Kenntnis der Blütenbildung und Fruchtentwicklung in der Gattung Tilia*. Flora ; Allgemeine Botanische Zeitung 147, 43-75 p.
- Ellenberg H., 1988. *Vegetation Ecology of Central Europe*, 4th edn. Cambridge : Cambridge University Press.
- Ferrez Y., Bailly G., Beaufile T., Collaud R., Caillet M., Fernez T., Gillet F., Guyonneau J., Hennequin C., Royer J.M., Schmitt A., Vergon-Trivaudey M.J., Vadam J.C. Et Vuilleminot

- M., 2011. *Synopsis des groupements végétaux de Franche Comté. Les Nouvelles Archives de la Flore Jurassienne*, n° spécial 1 : 1-281 p.
- Flemming, K. L. And Kristoffersen, P., 2002. *Tilia's physical dimensions over time*. Journal of Arboriculture 28, (5): 209-214 p.
 - Foster R.S. and Blaine J., 1978. *Urban tree survival: trees in the sidewalk*. J. Arboric. 4:14-17
 - Fromm M. & Hattemer H.H., 2003. *Inheritance of allozymes and hybridization in two European Tilia species* Heredity (Edinb) 91(3):337-44.
 - Garraud L., 2003. *Flore de la Drôme : atlas écologique et floristique*.
 - Gilbertson P. And Bradshaw A.D., 1990. *The survival of newly planted trees in inner cities*. Arboricultural Journal 14, 287–309.
 - Goepf S., Schwartz D., Thion M., Jeunesse C., 2004. *Pédoanthracologie, dynamiques de végétation et anthropisation dans les Hautes Vosges (Massif du Rossberg, Haut-Rhin, France)*. La mémoire des Forêts, Nancy, France, 35-44 p.
 - Hanssen O. & Lundestad J., 1932. *Lindebast og bastetog*. Nyt Magazin for Naturvidensk Botany 15, 33-48 p.
 - Hegi, G., 1975. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Parey, Berlin.
 - Hommel P. W. F. M. and de Waal R. W., 2003 *Rijke bossen op arme bodems. Alternatieve boomsoortenkeuze verhoogt soortenrijkdom ondergroei op verzuringgevoelige gronden*. Landschap 20, 4, 193-204.
 - Jackson G. & Sheldon J., 1949. *The vegetation of magnesian limestone cliffs at Markland Grips near Sheffield*,
 - Jenik J., 1986. *Altitudinal maxima of Tilia platyphyllos and their status in the Sudeten and Western Carpathians*. Preslia 58(33), 199-210.
 - Korotaev A. A., 1994. *Untersuchungen zur Frostresistenz von Baumwurzeln*. Forstarchiv 65, 93-95.
 - Köstler J. N., Brückner E. und Bibelriether H., 1968. *Die Wurzeln der Waldbäume*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
 - Kowalski M., 1982. *Rozwój drzewostanów naturalnych na powierzchni w Miałowieskim Parku Narodowym, SGGW-AR, Rozprawy i monografie*.
 - Krüssmann, G., 1984. *Manual of cultivated broad-leaved trees and shrubs* (English translation of Handbuch der Laubgehölze. 1976).
 - Maes N. and Van Vuure T., 1989. *De Linde in Nederland*. Utrecht: Stichting Kritisch Bosbeheer.
 - Mayer H., 1992. *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. 4., neu bearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. p. 106-109.
 - Miller R.H. and Miller R.W., 1991. *Planting survival of selected street tree taxa*. Journal of Arboriculture 17(7):185–191.
 - Murakhtanov E.S., 1981. *Lipa bibliomechka 'Drevesnye porody'*. Moscow: sd-vo 'Lesnaya Promyshlennost'.
 - Nowak D.J., McBride J.R., and Beatty R.A., 1990. *Newly planted street tree growth and mortality*. Journal of Arboriculture 16(5):124–129.
 - Oberdorfer E., 1957. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
 - Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales, 2016. Note « *Redécouvrir le tilleul des Baronnies* ».
 - Pigeon V., 1990. *Catalogue des stations forestières des pays du Buëch*.
 - Pigott D., 1984. *Effect of photoperiod and water supply on apical abscission of long-shoots of Tilia cordata Mill.*. New Physiologist 97, 575-581.
 - Pigott D., 2012. *Lime-trees and Basswoods : a Biological Monograph of the Genus Tilia*. Cambridge University Press, 395 p.
 - Pigott, 1991. *Miller biological Flora of the Beritish Isles*, N° 174, Journal of ecology 79,

1147-1207 p.

- Radoglou K., Dobrowolska D., Spyroglou G. and Nicolescu V.N., 2008. *A review on the ecology and silviculture of limes (Tilia cordata Mill., Tilia platyphyllos Scop. and Tilia tomentosa Moench.) in Europe*
- Rameau J.C. et al., 1993. Flore Forestière Française
- Raunkiaer C., 1905. *Types biologiques pour la géographie botanique*. Btll. Acad. Roy. d. Sci. de Danemark, 347-437 p.
- Rossi R., 1993. *Growth and silvicultural characteristics of young plantations of Tilia cordata and Tilia platyphyllos*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 114 (8), pp. 627-637.
- Schneider C.K., 1909. *Einige neue Tilia aus Ostasien*. Repertorium specierum novarum regni vegetabilis 7, 200-201.
- Simonkai L., 1888. *Hazánk es a Foldkerekeseg Harsfajainak Biralo Atnezete (Revisio Tiliarum Hungaricum atque orbis terrarum)*. Mathematikai es temeszettudományi közlemenyek 22, 296-352.
- Strouts R.G., 1981. *Phytophthora diseases of trees and shrubs*. Arboricultural Leaflet 8, London: HMSO.
- Susplugas J., Lalaurie M., Privat G., 1961. *Actualité du Tilleul*, 72 p.
- Till O., 1956. *Über die Frosthärte von Pflanzen sommergrüner Laubwälder*. Flora 143, 499–542 p.
- Tison J.M. et al., 2014. *Flora Gallica*
- Vittoz and Engler, 2007. *Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits*, Botanica Helvetica 117, 109-124 p.
- Weibel R., 1945. *La placentation chez les Tiliacées*. Candollea 10, 155-177.

SITOGRAPHIE

- Caroline Morel, Alternative Santé, <http://www.alternativesante.fr/aubier-de-tilleul/du-spasfon-naturel-c-est-l-aubier-de-tilleul/>, consulté entre mars et août 2016
- Communauté de Communes du Laragnais, <http://www.laragnais.net/fr/developpement-du-territoire/amenagement-du-territoire/syndicat-mixte-des-baronnies-provencales.html>, consulté le 8/3/16
- Encyclopedia Of Life, <http://eol.org/>, consulté entre mars et août 2016
- Jacques DAUTA, « MÉSOPHYTES », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 18 mars 2016. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/mesophytes/>, consulté entre mars et août 2016
- Les Arbres, <http://www.lesarbres.fr/tilleul.html>, consulté entre mars et août 2016
- Le Tilleul, Juste la Drôme [en ligne], consulté le 09 Mai 2016. URL : <http://www.ladrometourisme.com/fr/je-decouvre/bien-etre/lavande-et-plantes-aromatiques/tilleul.html>
- Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales, <http://www.baronnies-provencales.fr/>, consulté le 3/3/16

RESUME

Bien connu pour ses fleurs odorantes et aux propriétés officinales intéressantes (fébrifuges, calmantes, diurétiques et antispasmodiques), le « Tilleul des Baronnies Provençales » (*Tilia platyphyllos* Scop.), a eu une importance économique, culturelle et patrimoniale sur le territoire des Baronnies Provençales (sud-est de la France, massif des Alpes) de la fin du 19^{ème} siècle jusqu'à la fin du 20^{ème} siècle. Afin de mieux connaître et faire connaître cet arbre patrimonial dans son milieu naturel, une étude multidisciplinaire (botanique, écologie, ethnologie et économie) et collaborative entre le Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales (PNRBP) et le Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA) a été initiée au printemps 2016.

Cette étude est basée sur un travail scientifique de terrain : des transects linéaires, des relevés phytosociologiques et des prélèvements d'échantillons de *T. platyphyllos*, ont été réalisés dans 10 Tillaies choisies. Ainsi, une première évaluation de l'état démographique de *T. platyphyllos* a été réalisée, la structure des strates des boisements a été schématisée à partir de nos observations et l'ensemble des espèces présentes dans les Tillaies a été identifié et associé à un coefficient d'abondance-dominance. Les échantillons prélevés et mis en herbier ont été le support de mesures biométriques des feuilles et des inflorescences. Les traits chorologiques, biologiques et écologiques de chaque espèce ont contribué à la compréhension du fonctionnement phénologique et écologique de ces habitats, après identification par Luc Garraud, botaniste au CBNA. Ces habitats, Natura 2000 prioritaires, appartiennent à l'alliance *Tilion platyphylli* Moor 1973, et sont soit de l'association *Aceri opali-Tilietum platyphylli* Rameau 1996 ou du *Buxo sempervirenti-Tilietum platyphylli* Rameau 1996, selon le Cahier d'Habitats Forestiers Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001) et le Prodrome des végétations de France (Bardat J. *et al.*, 2004). Des hypothèses concernant la dynamique et la régénération de ces Tillaies ont également été émises, notamment après une comparaison avec les Tillaies du Jura (Ferrez Y. *et al.*, 2011) ou de Suisse (Delarze R. & Gonseth Y., 2008). Les zones reculées d'éboulis calcaires de forte pente et d'ubac de montagne, semblent avoir servi de refuge au *T. platyphyllos* durant la période postglaciaire, lorsque les espèces méridionales ont colonisé les milieux avec le réchauffement. De plus, elles n'ont pas montré de dynamique de régénération particulière, si ce n'est un maintien de l'espèce grâce à une forte réitération de souche (basitone) et à une diversité morpho-anatomique intra-individuelle, interindividuelle, intra-spécifique, intra-Tillaies et inter-Tillaies adaptée à chaque individu. Ceci a donc permis de confirmer le caractère relictuel des Tillaies et des *T. platyphyllos* baronniers à l'état sauvage.

Une attention particulière quant à l'avenir de ces milieux est donc essentielle pour le maintien de cette biodiversité et d'un pool génétique du *T. platyphyllos* des Baronnies Provençales, ainsi qu'un approfondissement afin d'identifier et distinguer la ou les sous-espèce(s) présente(s) et pouvoir faire un lien ultérieur avec le « Tilleul domestique » des Baronnies Provençales.

Mots clés : *Tilia platyphyllos*, Baronnies Provençales, écologie, environnement naturel, habitat Natura 2000 prioritaire, biodiversité, intérêt patrimonial

ABSTRACT

The lime-tree of the Baronnies Provençales (south-east France, in the Alps) is well known for the interesting properties (febrifuge, calming effect, diuretic and antispasmodic) of its odorous flowers. It has had an economic, cultural and patrimonial value from the end of the 19th to the end of the 20th century. In order to enhance the knowledge about the wild form of this patrimonial tree and to educate the public, the Parc Naturel Régional des Baronnies Provençales (PNRBP) and the Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA) decided to initiate a multidisciplinary (alliance of botanic, ecology, ethnology and economy) and collaborative study in 2016.

This study is based on a scientific field work : line transects, phytosociological surveys and *T. platyphyllos* sampling have been done in 10 chosen lime-tree forests. We first did an assessment of the demographic situation of *T. platyphyllos*, then schematized the forest layers structure from our observations, listed all the present plant species and associated them to their Braun Blanquet abundance-dominance scores. Samples have been dried and placed into a herbarium before taking leaves and inflorescences biometric

measurements. The chorological, biological and ecological traits of each species have been used to understand the phenological and ecological functioning of these habitats. Luc Garraud (botanist at CBNA) identified them as priority habitats Natura 2000 from the *Tilion platyphylli* Moor 1973 alliance : whether the *Aceri opali-Tilietum platyphylli* Rameau 1996 association or the *Buxo sempervirenti-Tilietum platyphylli* one, according to the Cahier d'Habitats Forestiers Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001) and the Prodrome des végétations de France (Bardat J. *et al.*, 2004), depending on the study site. Hypothesis about lime-tree woodlands dynamics and regeneration have been made after a comparison with those in the Jura (Ferrez Y. *et al.*, 2011) or in Switzerland (Delarze R. & Gonseth Y., 2008). The mountains' north sides steep limestone screes seem to have sheltered *T. platyphyllos* populations during the postglacial period, when meridional species colonized these environments due to warming. Besides, these woods did not show any particular regenerative dynamic, excepting a maintenance of the species thanks to an important reiteration from the basis of trunks and to a morpho-anatomical diversity (intra-individual, inter-individual, intra-specific, intra-lime-tree woodlands and inter-lime-tree woodlands) adapted to each tree.

All of this confirms the relictuel character of wild lime-tree forests and *T. platyphyllos* in the Baronnies Provençales. It is therefore essential to pay a specific attention to the future of these habitats in order to preserve this particular biodiversity and its gene pool. Further research will also be required to identify and distinguish the current subspecies and to later on relate cultivated and domesticated lime-tree of Baronnies Provençales to the wild one.

Key words: *Tilia platyphyllos*, Baronnies Provençales, ecology, natural environment, priority Natura 2000 habitat, biodiversity, patrimonial value

ANNEXES

Annexe 1 : Fresque historique	1
Annexe 2 : Fiche synthèse espèce <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.....	2
Annexe 3 : Fiche Transect	16
Annexe 4 : Fiche Terrain	17
Annexe 5 : Extrait du tableau des espèces relevées et de leurs traits chorologiques, biologiques et écologiques	20
Annexe 6 : Exemple de tableau de mesures effectuées sur les 5 échantillons d'une tillaie.....	22
Annexe 7 : Fiches tillaies.....	23
Annexe 8 : Tableau de synthèse des tillaies	55
Annexe 9 : Diagrammes des traits chorologiques, biologiques et écologiques de l'ensemble des espèces des relevés	59
Annexe 10 : Tableau de synthèse des mesures biométriques	61

Annexe 2 : FICHE SYNTHÈSE ESPECE *TILIA PLATYPHYLLOS* SCOP.

Tilia platyphyllos Scop.

I. Systématique

1. Position APG III

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Magnoliophyta* (Angiospermes)

Classe : *Magnoliopsida* (Dicotylédones)

Ordre : *Malvales*

Famille : *Malvaceae*

Genre : *Tilia*

Espèce : *Tilia platyphyllos* Scop. – Tilleul à grande feuilles (F) – Large leaved Lime or Linden (GB) – Sommerlinde (D).

De nombreux synonymes existent, dont certains représentaient des arbres cultivés : *T. grandifolia* Ehrh., *T. officinarum* auct. non Crantz, *T. rubra* D.C. (1813) (cultivé), *T. triflora* Puerari in Hornem (1815) (cultivé), *T. corallina* Aiton (1789), et d'autres encore, aujourd'hui associés aux 4 sous-espèces (subsp. *platyphyllos*, subsp. *cordifolia*, subsp. *pseudorubra* ou subsp. *corinthiaca*) (Pigott D., 2012 ; Tela Botanica, <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-68332-synthese>).

2. Etymologie

Le mot « Tilleul » vient du latin *Tilia* ; « Linde » (allemand) vient de Linné (Linnaeus), botaniste suédois ; « Lind » (de l'ancien norvégien) signifie ruban, ceinture (Hanssen O. & Lundestad J., 1932) et « Lipa » est le nom des tilleuls en polonais, probablement basé sur une même étymologie.

Plusieurs noms de *Tilia* sont liés à « souple, pliable » probablement en lien avec les caractéristiques de l'écorce. Des tribus natives américaines les nomment aussi « arbre-ficelle »/« arbre-corde ».

3. Autres *Tilia* sp. européens

Le genre *Tilia* abrite un plus ou moins grand nombre d'espèces selon les sources et auteurs. Il y aurait 30 à 40 selon Encyclopedia Of Life (EOL, <http://eol.org/>), une trentaine selon Radoglou K. *et al.* (2008), et selon Pigott D. (2012), parmi toutes les espèces décrites, seulement 24 taxa mériteraient le statut d'espèce. Elles sont largement dispersées sur l'hémisphère nord du globe et ont souvent formé des hybrides aujourd'hui encore répandus. En Europe, seules 4 espèces sont natives : *Tilia cordata* Mill., *T. dasystyla* Steven, *T. tomentosa* Moench et *T. platyphyllos* Scop. Elles recouvrent la quasi-totalité du territoire européen à l'exception de la Scandinavie. Ces espèces ont en principe des barrières géographiques (aire de distribution non superposées) ou reproductives (floraison asynchrone, incompatibilité morphologique, anatomique ou moléculaire) afin de limiter l'hybridation (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Néanmoins, en Europe et notamment en France, de nombreux hybrides fertiles sont recensés, dont principalement le *T. x europaea* résultant du croisement de *T. platyphyllos* et *T. cordata* (Fromm M. & Hattermer H.H., 2003 ; Pigott D., 1991 ; Susplugas J. *et al.*, 1961). En effet ces deux espèces sont sympatriques et si leur floraison a lieu à 10 jours d'intervalle en théorie, des événements de reproduction croisée peuvent subvenir facilement. Ils ont même été vastement plantés et cultivés par la suite.

Les hybridations de *T. platyphyllos* avec *T. tomentosa* et *T. dasystyla* sont moins fréquentes mais pas absentes. La première espèce n'est présente que dans les Pays Balkans (Pigott D., 2012 ; Radoglou K. *et al.*, 2008) où *T. platyphyllos* est également présent, mais est censée fleurir bien plus tardivement (Pigott D., 2012). La seconde est répartie sur les monts sud de Crimée, avec *T. dasystyla* subsp. *caucasica* qui s'étend sur les monts du Caucase (Pigott D., 2012) où *T. platyphyllos* est pas ou très peu présent (Pigott D., 2012).

Espèce	Aire de répartition	Floraison	Caractère(s) particulier(s)	S'hybride (naturellement) avec :	Nom de l'hybride correspondant
<i>T. platyphyllos</i>	Europe sub-méditerranéenne et sub-atlantique	Mi-juin à mi-juillet	Feuilles glabres ou quelques patches de poils simples. 3-4 fleurs avec 25 à 45 étamines. Fruits sphériques ou largement ellipsoïdes, cotelés quand secs et à paroi épaisse.	<i>T. cordata</i> <i>T. tomentosa</i>	<i>T. x europaea</i> L. <i>T. x haynaldiana</i> Simonk.
<i>T. cordata</i>	La plus grande. Europe entière sauf nord Scandinavie, nord Royaume Uni et sud Espagne.	Fin juillet	Feuilles glabres, plutôt petites, à face supérieure plus foncée. Bourgeons à 2 écailles. Fleurs nombreuses (5 à 30) à 25 à 30 étamines. Fruits ovoïdes à apex asymétrique.	<i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i> <i>T. dasystyla</i>	<i>T. x europaea</i> L. <i>T. x juranyana</i> Simonk. <i>T. x euchlora</i> K. Koch
<i>T. tomentosa</i>	Europe du sud-est et nord-ouest Asie mineure.	Juillet à août	Feuilles densément ou peu tomenteuses (poils étoilés à 8 branches majoritairement) ; 45 à 48 étamines ; 5 staminodes.	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i>	<i>T. x juranyana</i> Simonk. <i>T. x haynaldiana</i> Simonk.
<i>T. dasystyla</i>	Région caucasienne, Crimée, Géorgie.	Juin à juillet	Feuilles glabres, face supérieure vert foncé, dents irrégulières, larges, triangulaires. Bourgeons à 3 écailles. Fruits sphériques, ovoïdes à obovoïdes. Cymes de nombreuses fleurs pendantes à la floraison.	<i>T. cordata</i>	<i>T. x euchlora</i> K. Koch

Tableau 1 : Tableau comparatif des espèces européennes du genre *Tilia* (Pigott D., 2012 ; Tela-botanica.org tela-botanica.org, consulté le 10.05.16)

4. « Tilleul des Baronnies Provençales »

Le tilleul des Baronnies Provençales fait référence à l'espèce *T. platyphyllos* dont le passé dans la région des Baronnies Provençales est remarquable. En effet, de la fin du 19^{ème} siècle à la fin du 20^{ème} siècle, le tilleul à grandes feuilles a été une source importante d'approvisionnement de fleurs de tilleul pour le commerce français notamment. Ainsi, il a permis à cette région de sortir des crises viticole, séricicole et la chute du commerce de la Garance *Rubia tinctorium* L. (teinture végétale issue de ses racines), pour se lancer dans un nouveau système d'agroéconomie basé sur les arbres fruitiers, les oliviers, la lavande et le tilleul (Annexe 1).

Les fleurs du Tilleul des Baronnies Provençales étaient particulièrement réputées pour leurs qualités officinales (propriétés calmante, diurétique, antispasmodique et fébrifuge) et organoleptiques (parfum sucré doux).

Si l'appellation « Tilleul des Baronnies Provençales » n'a jamais été officiellement acceptée par concours de circonstance, celle du « Tilleul de Carpentras » date de 1939 et lui a fait concurrence.

II. Morphologie

1. Appareil végétatif

Port général

Grand arbre pouvant atteindre entre 30-40 m aisément, le *T. platyphyllos* est une essence à croissance orthotrope et caducifoliée des zones boisées (Hegi G., 1975 ; Krüssmann G., 1984 ; Pigott D., 1991, 2012). La couronne de l'arbre est lâche et conique à parabolique ou hémisphérique (selon s'il pousse en milieu ouvert ou non et s'il est entretenu), du fait d'une croissance plus lente des branches secondaires, que pour les primaires, à un angle de 40° à 80° par rapport au tronc. Ce dernier est souvent multiple en forêt à l'état sauvage ou après une chute du tronc, une coupe à blanc ou dans de mauvaises conditions. Cependant, à l'état cultivé il peut atteindre un diamètre de 1,2 m à 1,5 m et une hauteur sans branche de 15-17 m. Le modèle architectural de l'arbre sauvage n'est pas facile à définir parmi les modèles de Hallé, qui ne proposent pas de forme buissonnante qu'il adopte. Cette forme buissonnante est appelée « shrub shape » par Rodoglou *et al.* (2008) pour caractériser la « waiting strategy » ou « Oskar's syndrome » et montrer la plasticité de ces arbres. La capacité de régénération au niveau du tronc est effectivement un trait important de l'espèce qui permet d'avoir une longue durée de vie (i.e. consolidation, colonisation opportuniste d'un milieu) et de créer des clones jusqu'à 10-20 m autour. Il a été remarqué que les vieux arbres dont la stabilité peut venir à manquer, peuvent développer soit des racines adventives à partir de branches basses ou des troncs secondaires au sein du tronc principal en détérioration pour se stabiliser. Son écorce gris pâle, montre des fentes longitudinales peu profondes devenant par la suite plus larges (25-35 mm), rugueuses et inégales faisant craqueler horizontalement, et parfois se détacher, des écailles de l'écorce (Pigott D., 2012). Pigott D. (2012) note la présence de mucilage dans « tous les tissus vivants », qui fait notamment parti de l'intérêt de l'espèce en phytothérapie.

Système racinaire

Selon Hegi G. (1975), les racines du *T. platyphyllos* sont grandes, avec un système pivotant profond, qui va développer un système latéral secondaire pour se transformer en enracinement fasciculé (Barengo N., 2001). En 2012, Pigott D. a confirmé cela, en soulignant que le système racinaire de l'espèce était le même que les 3 autres *Tilia* européens, en suivant le schéma décrit par Köstler J. N. Brückner, E. et Bibelriether H. en 1968. Les racines se formeraient donc à tous les niveaux de profondeur pour exploiter au mieux les ressources en eau. D'autre part, ce système permettrait à *T. platyphyllos* (et à *T. cordata*) de se fixer sur les falaises en fixant les racines dans les fissures.

T. cordata, *T. x europaea* et *T. platyphyllos* ont des mycorrhizes (comme probablement toutes espèces), qui les aident dans absorption des ions phosphate et potassium qui sont fortement adsorbés par le humus et donc relativement immobiles. Des mycorrhizes vésiculo-arbusculaires sont créés dès les 2-3 premières semaines après la germination. D'autres mycorrhizes ectotrophiques de ce genre, qui sont aussi présents chez des espèces d'Amérique et d'Asie de l'est, ont été recensés sur des côtes de Marseille (Boullard B. and Dominik T., 1966).

Rameaux

Les rameaux des *Tilia* sont semblables entre eux, mais sont tous variables selon leur position dans la canopée et les conditions environnementales (exposition à la lumière, au vent, ressources). Pour *T. platyphyllos*, ils commencent par avoir un diamètre de 2,0 à 3,8 mm et sont légèrement flexibles. Les jeunes pousses sont marron-rouges et pubescentes (Hegi G., 1975 ; Krüssmann, 1984 ; Pigott D., 1998) puis deviennent glabres ou parsemées de poils étoilés (à 3-4 bras), brillantes et vertes ou pourpres en hiver (Pigott D., 2012). La croissance des rameaux est distique (selon deux lignes génératrices), donnant un aspect visuel palmiforme.

Bourgeons

En position axillaire, les bourgeons sont porteurs de caractéristiques aidant *a priori* à la différenciation taxonomique (forme générale, forme des écailles, nombre d'écailles etc.). Ici, ils mesurent entre 7,0 et 9,5 mm de long, 4,3 et 5,0 mm de large, sont glabres et sont ellipsoïdes ou légèrement ovoïdes (Pigott D., 1998 ; 2012). Ils portent 3 écailles glabres ou avec quelques poils étoilés, visibles et dont la basilaire fait la moitié du bourgeon (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 1998 ; 2012). Notons que la Flore Iberica (Castroviejo S. *et al.*, 1993)

(qui décrit les arbres cultivés et sauvages) et Sorber (1951) caractérisent les bourgeons comme rouges et ne mesurant que 6 à 7 mm.

Feuilles

Général

Alternées, décidues, simples, pétiolées et stipulées les feuilles de *T. platyphyllos* sont spiralées sur les jeunes rameaux et deviennent distiques par torsion au fur et à mesure du développement de l'individu.

Pétiole et stipule

Le caractère poilu (à poils étoilés) ou glabre du pétiole est variable selon les auteurs. Cependant, l'évaluation de la longueur est homogène : 20 à 45 mm pour Hegi G. (1975) et 23 à 48 mm pour Pigott D. (2012). Les stipules membraneuses oblongues ovales sont poilues sur la face interne, mesurent 15 à 20 mm de long et 5 à 15 mm de large et présentent des nervures parallèles. Elles peuvent varier du vert clair au rouge et sont perdues avec le temps (Pigott D., 2012).

Limbe

Le limbe de la feuille est sur le plan horizontal par torsion du pétiole. Sa forme est légèrement orbiculaire ou suborbiculaire et la base peut être asymétrique cordiforme à obliquement tronquée (Hegi G., 1975 ; Krüssmann G., 1984 ; Pigott D., 1998 ; 2012). Les feuilles mesurent entre 59 mm et 109 mm de long et 59 mm et 100 mm de large (Pigott D., 2012 ; Castroviejo S. *et al.*, 1993). Les bords sont dentés sur les bords (dents simples ou doubles, en général convexes) avec des pointes de 0,4 à 1,0 mm, tandis qu'à la base ils sont lisses. L'acumen étroit mesure entre 5 et 16 mm. La face supérieure est vert foncé et peut être couverte de poils glanduleux la rendant rugueuse au toucher (selon Hegi G., 1975 ; Barengo N., 2001) ou plutôt glabre avec quelques poils simples au niveau des nervures principales et éparés sur les secondaires (selon Pigott D., 2012). La face inférieure verte à vert bleuâtre est glabre selon Pigott D. (2012) mais peut être poilue selon Barengo N. (2001), Hegi G. (1975), Sorber (1951) et la Flora Iberica (Castroviejo S. *et al.*, 1993), dont les descriptions ne précisent pas si elles ne concernent que les sauvages ou pas.

Attention, les feuilles des rejets aux pieds des arbres (dans le genre *Tilia*) peuvent être de taille démesurée (175 x 195 mm) !

Nervation

Les feuilles ont une nervure principale avec 5 à 8 paires de nervures secondaires, se divisant parallèlement en nervures tertiaires (saillantes) puis quaternaires qui rejoignent les dents au bord (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 2012). Une nervure basale supplémentaire peut exister, due à l'asymétrie, probablement un vestige de l'ordre des Malvales d'après Pigott D. (2012).

2. Appareil reproducteur

a. Bractée – Pédoncule – Pédicelle

D'après Pigott D. (2012), la bractée est longue, oblongue à lancéolée et soudée en son milieu avec le pédoncule des fleurs. Elle fixée sur la branche au-dessus de l'insertion de la feuille (d'où quelques questionnements sur le nom anatomiquement correct à donner à cet organe qui devrait être en dessous de la face abaxiale). De couleur vert clair jaunâtre, elles mesurent 60 à 109 mm de long et 11 à 22 mm de large et sont sessiles ou à courte tige (16 mm maximum). Leur surface adaxiale est glabre sauf quelques patches de poils simples dans l'axe du pédoncule (rarement des poils fasciculés épars) et leur surface abaxiale peut être glabre, avec quelques poils simples épars ou denses. Les fleurs sont pédicellées (7 à 17 mm) au bout du pédoncule long de 13 à 36 mm.

Inflorescence

Les fleurs organisées en cymes dichotomes, sont au nombre de 2-4, rarement plus (Pigott D., 2012 ; Sorber, 1951), sauf selon la Flora Iberica (Castroviejo S. *et al.*, 1993) qui indique entre 1-6 fleurs, qui reste une référence un peu délicate dans notre étude du tilleul sauvage.

Fleur

Au sein du genre *Tilia*, il existe deux types de fleurs, un premier avec rotation du périanthe, le second sans rotation, que l'on retrouve chez *T. platyphyllos*. Ainsi les 5 pétales des fleurs sont quasi perpendiculaires

à l'axe du réceptacle floral et ne présentent pas de staminodes. Les 5 sépales ovaux-pointus, légèrement en forme de bateau, mesurent 5 à 6 mm de long et 3 mm de large (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 2012). Leur surface externe est jaune-vert pâle, glabre sauf une frange de poils blancs (tomenteux) sur la marge interne d'insertion et quelques poils étoilés épars. Les pétales eux sont légèrement plus grands : 6,2 à 10 mm de long et 2 à 3 mm de large, sont oblongs, jaune-pâle (oranges en vieillissant) et presque plats (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 2012). La corolle discrète de 12-17mm, en forme de soucoupe, sert de point d'atterrissage pour les insectes. Elles sont effectivement très odorantes et ainsi aussi entomophiles. Les étamines portant le pollen, dépassent les pétales (7 à 11 mm de long) et sont nombreuses (de l'ordre de la quarantaine) au centre de la fleur (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 1998 ; 2012). L'ovaire supère visible à l'œil nu (3,3 à 3,6 mm de diamètre) fait de 5 carpelles soudés, est sphérique ou ovoïde, vert pâle et densément couvert de poils blancs fasciculés. Le style de 3 mm reste glabre, peut s'allonger jusqu'à une longueur de 6 à 8 mm et a 5 stigmates (Hegi G., 1975). Les fleurs pendent sous les feuilles et les bractées dans l'ensemble de la couronne.

Ces caractéristiques sont en partie renseignées sur la formule florale et le diagramme floral ci-dessous et ci-contre.

Formule Florale : $S_5 P_5 A_\infty \underline{G}_{(5)}$



Figure 1 : Diagramme floral du genre *Tilia*

Susplugas J. *et al.* ont noté également en 1961, la présence de mucilage et d'une essence soluble dans l'eau au niveau des pétales et des sépales. Cette essence contient du farnésol (retrouvée dans les fleurs d'acacia et d'oranger) et des tanins, qui confèrent aux fleurs leurs propriétés sédative et légèrement astringente.

Fruit et graine

Après floraison, les parties florales sont perdues et l'ovaire se développe en fruit sphérique à ovoïde, vert clair devenant marron, poilu, contenant des graines avec une graine sphérique (très rarement 2 et plus rarement encore 3) (Pigott D., 2012). Entre 6,1 et 11,9 mm de long et entre 7,9 et 9,7 mm de large, les fruits de

T. platyphyllos sont distinguables de ceux de *T. cordata* par leur caractère coriace (épaisseur de la capsule de 0,9 mm à 1,3 mm) et les 5 crêtes que ce dernier n'a pas (Sorber, 1951 ; Hegi G., 1975 ; Castroviejo S. *et al.*, 1993 ; Pigott D., 2012).

3. Jeune plants

Après la germination épigée, les plantules de *T. platyphyllos* sont facilement remarquables par la forme des cotylédons : profondément quinqu- ou hepta-lobés à lobes pointus et de longueurs inégales (comme deux mains ouvertes) (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 2012). Chez les jeunes individus, l'écorce est encore lisse, puis se fissurera en grandissant. Leur croissance est relativement rapide (plus rapide que celle de *F. sylvatica* et de *T. cordata*), ce qui leur permet d'être de bons concurrents lors de la colonisation de milieux. Néanmoins, Radoglou K. *et al.* (2008) soulèvent la possibilité qu'à 11 ans, ils peuvent mesurer à peine 3,5 m, tandis que leur max adulte est à 35-40 m (100-300 cm diamètre) selon les conditions dans lesquelles ils se développent. Ils notent également que jusqu'à environ 50 ans, ils peuvent croître plus vite que *F. sylvatica*.

4. Variation intra-spécifique et sous-espèces

La variation intra-spécifique est connue et reconnue depuis longtemps dans ce taxon. En effet que ce soit entre individus d'une même population naturelle ou de populations géographiquement différentes (souvent à l'origine de la division en sous-espèce), plusieurs morphotypes sont relativement facilement visibles. Ainsi parmi les différences de couleur de rameaux (vert à rouge), la taille et la forme des feuilles, la densité de poils simple sur la face inférieure, la forme de la bractée ou encore des fruits murs, un critère discriminatoire a été défini : la distribution des poils sur la feuille. Il est intéressant de noter que ces variations ont induit la description de nombreuses espèces au 19^{ème} siècle notamment, qui ne l'étaient en réalité pas systématiquement. Ainsi en 1888, Simonkai L. fit une première réorganisation en groupes. Schneider C.K. pris la relève en 1909 et les divisa en 5 sous-espèces géographiquement séparées en se basant sur la densité des poils des feuilles et jeunes rameaux. Hegi G. accepta ce système (1924-1925) mais Browicz le réduisit à 3

sous-espèces en 1968. Enfin, Pigott D. décrit une 4^{ème} sous-espèce des populations grecques et des pays Balkans voisins, laissant à ce jour les 4 sous-espèces suivantes : subsp. *platyphyllos* ; subsp. *cordifolia* (Besser) C.K. Schneid ; subsp. *pseudorubra* C.K. Schneid ; subsp. *corinthiaca* (Bosc ex K. Kocgh) Pigott D..

III. Ecologie physiologique

Le *T. platyphyllos*, comme nombreuses autres espèces du genre *Tilia*, produit un grand nombre de fleurs puis de fruits, mais leur régénération ne semble pas stimulée par cette faculté, mais plutôt par leur remarquable aptitude à faire des rejets et drageonner. Des populations clonales sont ainsi générées, avec un brassage génétique faible.

1. Phénologie

a. Floraison

La floraison est estivale contemporaine et simultanée. Cela signifie que c'est seulement après émergence complète des feuilles et dans la continuité des rameaux, que la floraison peut débuter en été, généralement de mi-juin jusqu'à mi-juillet (Pigott D., 2012 ; Radoglou K. *et al.*, 2008 ; Sorber, 1951). L'ensemble de la couronne semble fleurir en même temps, avec parfois un décalage d'un ou deux jour(s) entre les fleurs côté sud et celles côté nord. La date de floraison dans l'année montre une variabilité de 10 jours d'une année à l'autre pour un même arbre, mais il peut y avoir un décalage de la période et du délai de floraison lorsque latitude et/ou altitude augmentent (Pigott D., 2012).

La floraison de chaque fleur s'effectue successivement selon une séquence définie par l'ordre dans lequel elles se sont développées. Selon Anderson G.J. (1976) l'anthèse se fait en une journée pendant laquelle le bourgeon floral sphérique devient ovoïde, puis laisse apparaître les pétales dans l'après-midi. Ce sont des fleurs protandres : les étamines se dressent et les deux sacs polliniques des anthères s'ouvrent en libérant le pollen pendant la nuit et la journée suivante. Le style s'allonge à son tour, et la production de nectar coïncide avec la formation puis l'ouverture du stigmate durant la phase protandre. Le troisième jour, les anthères sont vides et deviennent brun-orange, le style a doublé de taille et les lobes stigmatiques sont largement ouverts. Le stigmate devient foncé le 4^{ème} ou 5^{ème} jour, pendant que les pétales et les étamines commencent à se détacher facilement laissant ovaire, style et stigmate au milieu d'un anneau de sépales (Anderson, 1976).

Un facteur déterminant pour la floraison relevé par Susplugas J. *et al.* (1961) est un important ensoleillement hivernal et printanier, après un automne humide. Pigott D. (1975) y ajouta l'influence de gels : une température inférieure à 12 °C stoppe la croissance du tube pollinique, il n'y a donc pas fécondation. En plus des données scientifiques, ici une étude ethnobotanique pourrait compléter ces observations. L'impact de ces paramètres et les seuils de tolérance du *T. platyphyllos* dans les Baronnies Provençales sont connus dans l'expérience des producteurs et pourrait permettre d'évaluer s'il a dans cette région des capacités particulières de résistance, au froid par exemple.

En moyenne, la floraison de *T. platyphyllos* dure 10 jours et celle de *T. cordata* est décalée de 10 à 20 jours. C'est une des barrières naturelles d'hybridation entre les deux espèces. Néanmoins, en fonction des localités (altitude, relief, microclimat, ensoleillement) les floraisons peuvent se superposer et permettent l'hybridation. Une hybridation avec *T. tomentosa* peut même arriver, malgré l'écart de floraison plus important encore (Boinska U. *et al.*, 1977 ; Browicz K., 1968 ; Pigott D., 2012). Il est intrigant de remarquer une certaine division par 3 dans le déroulement de la floraison : les fleurs fleurissent en 3 jours, l'arbre en 10 jours, et la floraison générale est étalée sur 30 jours (« Fleuraison par tiers » ?).

Reproduction

i. Maturité

La première floraison ne donne naissance qu'à quelques fleurs éparses, qui vont se densifier avec l'âge et l'exposition (il peut y avoir plus de fleurs plein sud). L'âge de maturité et des premières floraisons est très variable et dépendant des conditions de développement des arbres. En



Figure 2 : Photographie de fleurs de *T. platyphyllos*

effet, un arbre cultivé peut avoir sa première floraison dès sa 6^{ème} année (Susplugas J. *et al.*, 1961). Cependant en pleine nature, sans entretien, *T. platyphyllos* semble fleurir pour la première fois entre ses 15-20^{èmes} années en conditions ouvertes et lorsqu'il se situe dans des bois denses plutôt vers les 30-40^{èmes} ans, en atteignant enfin la canopée (Pigott D., 2012). Radoglou K. *et al.* (2008) citent de leur côté, une maturité atteinte vers les 15-20 ans pour les arbres issus de rejets, sinon plutôt vers 25-30 ans. Un phénomène de masting (avec 1 000 000 graines/ha en plein masting, 500-700 000 graines/ha pour une année moyenne et 150-300 000 graines/ha pour une année peu productive) est évoqué par Murakhtanov E.S. (1981), mais ne semble pourtant pas avoir été étudié ailleurs, mis à part Barengo N. (2001) qui mentionne une variabilité de production de fruits relativement marquante (malgré une bonne floraison) d'une année à l'autre avec en moyenne sur 10 ans : 3 productions abondantes, 3 moyennes et 4 pauvres.

Pollinisation – pollinisateurs

Si l'anémogamie a été démontrée par plusieurs études (Eisenhut G., 1959 ; Anderson, 1976) elle a néanmoins un rôle secondaire vis-à-vis de l'entomophilie (Anderson, 1976 ; Sorber, 1951). En effet, en plein été les insectes sont nombreux et le caractère généraliste de *T. platyphyllos* est ici remarquable. Ce sont tant des insectes diurnes comme les abeilles, les bourdons, les syrphes et les mouches, que nocturnes comme les papillons de nuit, qui le pollinisent. C'est de la zoogamie, probablement de l'entomogamie exclusive. De jour, la couleur claire des fleurs et de la bractée les rend distinguables aux yeux des pollinisateurs diurnes (ils sont sujets du « pollinator syndrome »), et la douce odeur sucrée du nectar a un effet attractif de jour comme de nuit. Le nectar est produit dans les nectaires à la base des sépales (Pigott D., 2012).

Fécondation

La fécondation chez *T. platyphyllos*, *a priori* amphimictique (l'alternative étant l'apomixie, soit une reproduction asexuée par modification de la méiose), se fait donc lorsque le tube pollinique atteint le sac embryonnaire. S'il ne l'atteint pas, il n'y aura pas de production de fruit possible, la fleur restera stérile. Comme pour une majorité d'angiospermes, après germination du grain de pollen à la surface du stigmate le tube pollinique se développe à l'intérieur du style. Il va trouver le placenta au bord des cloisons qui sont encore séparées sur la partie haute de l'ovaire à ce stade, puis pourra féconder l'(es) ovule(s) (Weibel R., 1945).

Développement du fruit et des graines

Dans la semaine suivant la fécondation, une coupe transversale du fruit permet de voir la croissance de 1 à 3 ovules parmi les 5. Dès 10 jours les ovules fécondés sont clairement définis, puis au bout de 50 jours, l'embryon se distingue et l'endosperme s'est solidifié. A l'heure actuelle, il est n'est pas encore connu si c'est un nombre d'ovules initialement fonctionnels qui limite le nombre de fécondations ou si c'est le premier ovule fonctionnel qui inhibe la fécondation ou le développement des autres. Selon Eisenhut G. (1959), 90% des fruits fertiles contiennent une graine dont le développement a été mené à bout, 9% en contiennent 2 et seulement 1% en ont 3. Les graines prennent environ 25 jours post-fécondation pour se développer et remplir la cavité du fruit qui a alors sa taille définitive (les ovules non fécondés ont été écrasés) (Pigott D., 2012).

La plupart des fruits tombent à l'automne, sinon c'est la neige de l'hiver qui les détache de l'arbre. La propagation est très importante dans l'écologie du tilleul : les fruits restés sur les arbres plus longtemps peuvent être potentiellement dispersés plus loin au-dessus de la neige s'il y en a et à travers les arbres (quelques 100^{aînes} de mètres) que ceux tombés à l'automne (Radoglou K. *et al.*, 2008).

Dispersion – anémochorie

D'après Pigott D. (2012), les fruits fertiles, des capsules sèches et globuleuses, restent majoritairement attachés à la bractée qui joue le rôle de résistance à l'air. Elle permet ainsi une dispersion anémochore sur jusqu'à environ 200-300 m pour les arbres mesurant 20-30 m de hauteur, on peut parler de ptérométéochorie (= dispersion de diaspores ailées, sous la force de la gravité et/ou du vent) (Vittoz & Engler, 2007). Néanmoins, la majorité des fruits restent dans un périmètre plus proche de l'arbre mère. Au sein de peuplements en altitude, des dispersions allant jusqu'à 300-500 m (voire 1 à 2 km exceptionnellement) ont été observées par dispersion au-dessus de la canopée. L'hydrochorie est un second moyen de dispersion grâce à la flottaison des bractées. Des fruits tombés dans l'eau de rivière peuvent flotter entre 90 et 100 heures et seront capables de germer là où ils seront déposés.

C'est donc une anémochorie dominante et échelonnée jusqu'à l'hiver, puis après la perte des feuilles, il y a envol des bractées avec une hydrochorie occasionnelle pour les peuplements de tilleuls en bord de rivières, barochorie si le fruit se détache de son pédoncule sans sa bractée ou zoochorie secondaire liée aux rongeurs et oiseaux qui dispersent les graines dans des caches plus ou moins éloignées.

2. Dormance et germination

La germination des graines, qui ne semble pas être le premier facteur de régénération des *T. platyphyllos*, peut avoir lieu après une à deux saisons d'attente. Ce serait une couche imperméable du tégument qui causerait ce retardement (Barengo N., 2001).

3. Régénération naturelle

La régénération naturelle peut se faire sous la canopée des bois sur des sites riches (Pigott D., 1975 ; Kowalski M., 1982). En effet grâce à la dynamique de croissance rapide et de tolérance à l'ombre des plantules (Pigott D., 2012), les peuplements de *T. platyphyllos* peuvent se régénérer malgré la compétition présente des forêts denses.

4. Tolérance à l'ombre

Un gradient temporel décroissant de tolérance à l'ombre est observable chez cette espèce. Les jeunes individus ont une croissance juvénile rapide (et permet une certaine compétitivité), que les adultes perdent avec le temps (Barengo N., 2001). Néanmoins, cette sensibilité à l'ombre est probablement influencée par l'accès aux ressources, le type de sol et le froid. Il également est possible que le port peu ramifié des jeunes arbres facilite cette résistance, en favorisant la croissance de grands turions droits pour chercher l'accès à la lumière rapidement.

5. Stress hydrique

Apparemment comme d'autres espèces du genre, *T. platyphyllos* à un pattern chronologique associé à une exposition à des conditions sèches prolongées (Pigott D., 2012) :

- (1) Absence de croissance de longs rameaux
- (2) Dépérissement des 10 à 20 mm terminaux, puis perte de ces derniers pas abscission juste au-dessus d'un axe qui reste dormant (Pigott D., 1984)
- (3) Contrôle épimastique intensifié avec la sécheresse induit la courbure des pétioles, fait tourner le limbe des feuilles à la verticale, ce qui réduit le rayonnement absorbé.
- (4) Coloration jaune des feuilles puis perte précoce, mais le tronc, les branches et les bourgeons restent en théorie en vie.
- (5) Mort de racines peut aussi subvenir.

L'approvisionnement en eau semble être un facteur déterminant et limitant dans la répartition de *T. platyphyllos*, qui est absent de la zone méditerranéenne. Il est néanmoins thermophile mais pas dans les lieux frais sujets de ce climat. Il semblerait qu'un été sans sécheresse prolongée est nécessaire à la présence de l'arbre : le manque d'eau ralentirait effectivement la croissance des jeunes, qui se verraient vite submergés par la concurrence des autres espèces du bois et se développeraient (taille, croissance radiale et maturité) bien plus lentement que des jeunes dans des conditions plus humides.

6. Réponse à la température

T. platyphyllos est une espèce décidue qui perd ses feuilles en hiver lorsque les basses températures arrivent, gardant les rameaux et racines en dormance. Les racines peuvent être altérées à partir de -25 °C (Till, 1956). Au printemps, les gels de -2 °C à -5 °C après bourgeonnement peuvent endommager les jeunes feuilles. En été les *Tilia* d'une manière générale répondent comme des mésophytes et l'impact des fortes températures sur leur croissance et leur développement est indubitablement lié aux ressources en eau.

7. Croissance des arbres adultes et longévité

Ce sont des arbres à grande longévité raison supplémentaire de leur importance dans des traditions occidentales. En Allemagne par exemple, à Hessen, Pigott D. cite un arbre de 5,5 m de diamètre avec une roche gravée « Gepflanzt im Jahr 760 » (qui signifie planté en l'an 760), il serait donc âgé de 1256 ans! Leur longévité est réputée, puisqu'ils peuvent passer les 1000 ans (Barengo N., 2001 ; Mayer, 1992), notamment

lorsqu'ils sont entretenus ou cultivés grâce aux soins qui lui sont apportés. Ces observations d'arbres remarquablement âgés est donc à considérer avec précaution, puisqu'il est fort probable que cela concerne aussi des individus domestiqués dont la longévité est augmentée.

En vieillissant leur tronc se creuse souvent, et ce sont des racines adventives au sein de celui-ci qui se développent à partir des bases des branches principales pour maintenir la stabilité de l'arbre. Cette faculté de régénération végétative confère à ces arbres une certaine immortalité. Cela permet aussi de faire repartir des troncs tombés au sol, de compenser un déséquilibre créé par l'érosion (perte de support), de maintenir un individu en porte-à-faux au-dessus du vide (grâce aux racines insérées dans les failles) ou de suivre l'érosion du sol et de la roche en créant des arbres interconnectés par les racines le long de l'axe de l'érosion (voir figure 13.24). En ce qui concerne les arbres poussant sur les falaises, ils provoquent souvent la chute de blocs de roches sous eux-mêmes, d'où l'importance de cette faculté de régénération végétative.

La croissance des *Tilia* est clairement dépendante des conditions du site, surtout de l'irradiance (PAR), puis de l'approvisionnement en eau et du couvert végétal. Les jeunes sont certes tolérants à l'ombre et profitent de la faible compétition au sol, mais les croissances en hauteur et en diamètre sont stimulées par les éclaircies dans la canopée par la perte de branche, la senescence ou par la création de trou et plus grandes ouvertures. Par exemple, une étude sur *T. platyphyllos* poussant sous *F. sylvatica* et sous *Picea abies* a été faite : la croissance est passée de 0,17 m/an sous *F. sylvatica* à 0,31 m/an sous *Picea abies* quand ce dernier a perdu des aiguilles à cause de la sécheresse et d'une infestation de *Dendroctonus micans* l'ayant mené à la mort. La PAR a donc augmenté, les ressources en eau et nutriments minéraux n'étaient plus sujettes à compétition. L'année suivant la mort et la suppression de *Picea abies*, la croissance a été x10 (0,98 m/an), puis est resté en moyenne à 0,5 m/an les années suivantes (Pigott D., 2012). Rossi R. (1993) a également pu montrer que jusqu'à l'âge de 40 ans, les *Tilia* avaient une croissance supérieure à celle de *F. sylvatica* ce qui lui confère une compétitivité importante dans la colonisation des milieux.

IV. Ecologie :

1. Répartition géographique (distribution)

T. platyphyllos est une espèce de la flore subatlantique et subméditerranéenne (Meusel *et al.*, 1978). A l'heure actuelle, son aire de répartition se situe en Europe centrale et du sud. Il est présent au nord jusqu'en

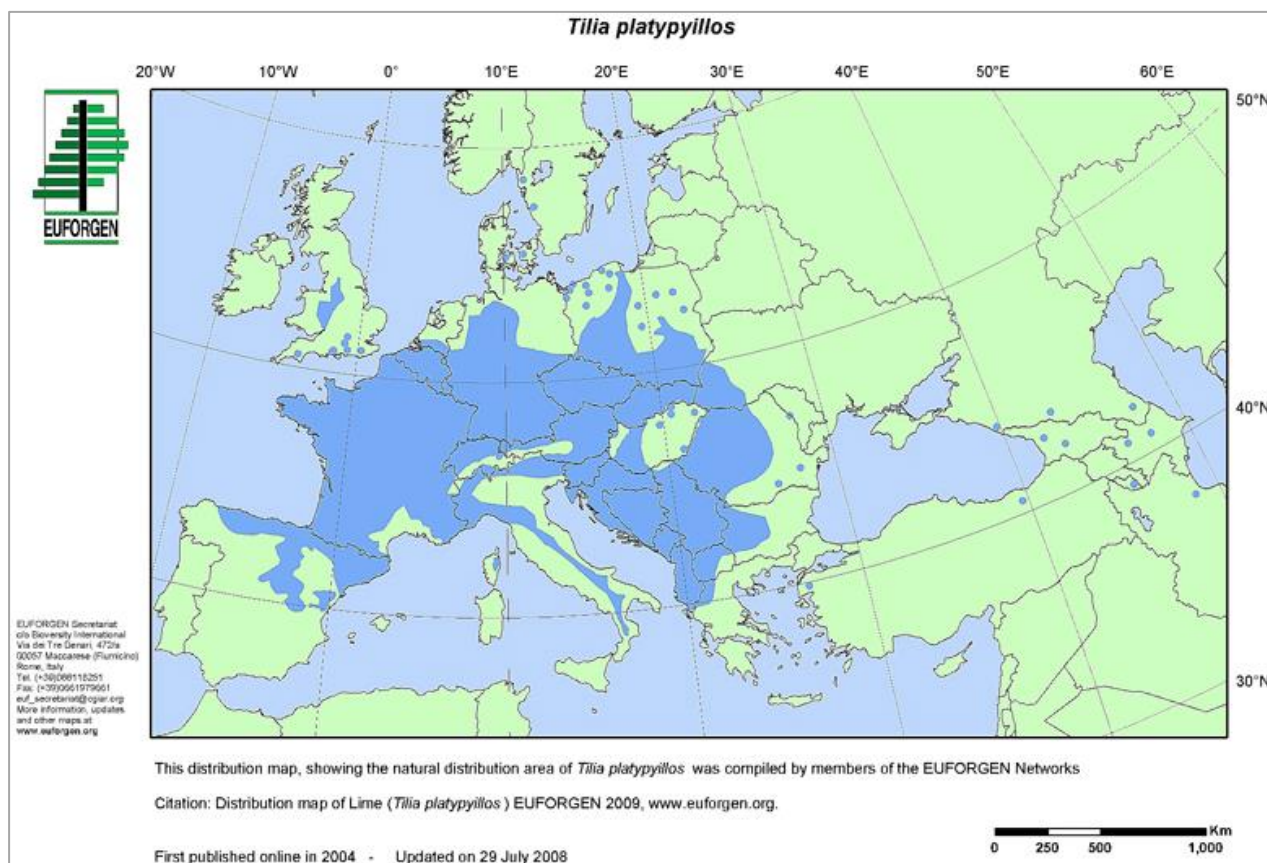


Figure 3 : Carte de la distribution géographique naturelle de *T. platyphyllos*, Euforgen 2009, www.euforgen.org.

Angleterre, au sud du Danemark, en Allemagne, en Pologne, en Suède et à l'ouest de la Russie (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 2012) et jusqu'à l'est de la Slovaquie et de l'Ukraine. Au sud, c'est globalement la Méditerranée qui marque la frontière, sauf en Espagne et au Portugal où il n'est présent que dans le nord-nord-est des pays (Pigott D., 2012). Il est néanmoins parfois difficile de savoir (sans étude palynologique) si l'on se trouve dans son aire de répartition naturelle ou non puisque le commerce a pu diffuser l'espèce dans de nouvelles aires, il était donc possible que des individus se répandent vers des milieux sauvages par la suite, on parle d'extension anthropique. C'est notamment une question qui a été posée pour les peuplements de *T. platyphyllos* lors d'une étude de la végétation des falaises calcaires du Yorkshire, près de Sheffield (Angleterre) (Jackson G. & Sheldon J., 1949).

2. Habitat

Le caractère relictuel de *T. platyphyllos* est évident par la rareté des peuplements purs, ce sont effectivement en majorité des forêts mixtes qui l'abritent (Pigott D., 2012 ; Radoglou K. *et al.*, 2008).

En 2012, Pigott D. pouvait d'ores et déjà affirmer que *T. platyphyllos* était une essence devenue plus abondante dans les étages collinéen, submontagnard et montagnard des zones de montagnes. Il cita même un exemple à Roubion en France, dans le Parc du Mercantour de la région les Alpes de Hautes Provence. Il est présent de manière codominante et localement dominante dans les bois entre 1 050 m et 1 500 m d'altitude, sur des sols calcaires du mésozoïque. Il se retrouve également planté dans des plaines agricoles, parsemé çà et là. Cet exemple est très intéressant dans le cadre de notre étude, puisque Pigott D. fait déjà la différence entre les arbres cultivés et les arbres sauvages dans une région très semblable à la nôtre !

a. Biotique – Phytosociologie (communautés)

T. platyphyllos est codominant dans forêts mixtes, grâce à sa vitalité et faculté d'adaptation à un environnement changeant liées à « waiting strategy » et « persisting strategy » (Radoglou K. *et al.*, 2008). Ainsi, il peut cohabiter avec des essences feuillues, des conifères, des espèces introduites par l'homme dans les forêts et avec des espèces typiques des milieux humides. D'une manière générale, il est souvent en compétition avec *Fagus sylvatica*, dans des altitudes correspondant à la partie basse de son amplitude altitudinale. Il s'installe donc dans les places où le hêtre ne peut aller, ce qui laisse un espace peu large pour lui.

Plusieurs types communautés sont recensés comme abritant *T. platyphyllos* : 2 associées à des types topographiques particuliers citées par Pigott D. (2012) selon l'étude de Moor (1952), et 5 sont recensées par Radoglou K. *et al.* (2008) à partir des textes d'Oberdorfer E. (1957, 1962) et de la Flore Forestière Française de Rameau J.C. *et al.* (1989).

Pour la première topologie, la communauté présente est nommée **Tileto-Fagetum** par Moor (1952). Elle se trouve sur des éboulis raides, instables des versants nord, nord-est ou nord-ouest. La canopée est majoritairement occupée par *F. sylvatica* mais laisse possible la persistance d'*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *T. platyphyllos* et *Ulmus glabra* qui peuvent tous se régénérer dans ces conditions. Les essences supplémentaires sont : *Corylus avellana*, *Hedera helix*, *Lonicera xylosteum* et *Sambucus nigra* (indicateur d'une forte production de nitrates et accessibilité des nutriments minéraux, surtout phosphates). La strate herbacée contient plusieurs espèces caractéristiques des bois de sols calcaires humides : *Arum maculatum*, *Asarum europaeum*, *Cardamine heptaphylla*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Mercurialis perennis*, *Paris quadrifolia*, *Phyteuma spicatum* et *Polygonatum multiflorum*.

La seconde topologie et communautés décrite par Moor est le **Phyllitido-Aceretum**. Elle est dominée par *A. pseudoplatanus* et *Fagus sp.* y est limité. C'est sur des accumulations de blocs calcaires au pied de falaises nord-ouest ou nord-est (parfois dans de petits ravins) qu'elle loge. Une fougère (*Phyllitis scolopendrium*) est caractéristique des cavités inter-blocs et l'abondance des *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus* et *Ulmus* y est probablement due à l'humidité et conditions fertiles favorisent leur croissance rapide, devenant des concurrents redoutables pour *Fagus* qui pousse lentement. Des conditions eutrophiques sont indiquées par *Sambucus nigra* et *Urtica dioica*. Un tapis de bryophytes caractéristiques (surtout *Ctenidium molluscum*, *Plagiochila asplenioides* et *Thuidium tamariscinum*) est reconnaissable sur les roches, abritant parfois *Geranium robertianum*.

Les communautés citées par Radoglou K. *et al.* (2008) sont les suivantes.

Les **Aceri-Tilietum**, habitats retrouvés en Pologne avec *Fagus sp.* et *Acer sp.* principalement, appelés *Tilio-Acerion* dans les cahiers d'habitats Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001), présentent ici un mélange d'espèces secondaires, des éboulis grossiers et pentes abruptes rocheuses. Différentes forêts peuvent être déclinées selon les conditions (nature du sol, exposition, pente, altitude).

Les autres pays, présentent certaines associations du *Tilio-Acerion* : **Phyllitidi-Acerum** (*Phyllitido scolopendri-Aceretum pseudoplatani* selon les habitats Natura 2000 (Bensettiti F. *et al.*, 2001), c'est une érablaie à Scolopendre (*Phyllitis scolopendrium*) des pentes froides à éboulis grossiers ; et l'**Arunco-Aceretum** (*Arunco dioici-Aceretum pseudoplatani* (Bensettiti F. *et al.*, 2001) : érablaie à Barbe de bouc sur pentes fortes à colluvions fines (probablement correspondant au *Phyllitido-Aceretum* décrit ci-dessus). Nous avons aussi des associations d'autres habitats selon Bensettiti F. *et al.* (2001) : **Acero-Fraxinetum** (*Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsioris* (Bensettiti F. *et al.*, 2001): Frênaie-érablaie des rivières à eaux vives sur calcaires du domaine continental (présence de *F. sylvatica* et/ou *A. pseudoplatanus*) ; ou enfin le **Taxo-Fagetum** (*Taxo baccatae-Fagetum sylvaticae* (Bensettiti F. *et al.*, 2001): hêtraie et hêtraie-sapinière montagnardes à if (présence de *F. sylvatica* et *Taxus baccata*).

Habitat/association	Code corine	N° Natura 2000
<i>Tilio-Acerion</i>	41.4	9180*
<i>Phyllitido scolopendri-Aceretum pseudoplatani</i>	41.4	9180*
<i>Arunco dioici-Aceretum pseudoplatani</i>	41.4	9180*
<i>Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsioris</i>	44.3	91E0*
Taxo baccatae-Fagetum sylvaticae	41.16	9150

* : habitat prioritaire, Bensettiti F. *et al.*, 2001.

Cependant, les conditions de notre site d'étude (les Baronnies Provençales) ne laissent pas tant de possibilités. Nous avons *a priori* des forêts sur éboulis de haut de versant d'ubac, avec un caractère thermophile à influence méditerranéenne notable. Un exemple est la hêtraie à tilleul des Hautes-Alpes mentionnée par Pigeon V. (1990) et décrite avec des espèces secondaires mésophiles, à large amplitude et à tendance hygrosociophile. Un second exemple serait la tillaie-érablaie sur éboulis de haut de versant, également décrite par Pigeon V. (1990), accompagnée d'espèces à tendance hygrosociophile à forte amplitude et qui pourrait être une phase pionnière dans le développement du boisement, avant de devenir une hêtraie à tilleul puis éventuellement une hêtraie ou hêtraie sapinières mésophiles.

Notons qu'il y a souvent un effet positif du *T. platyphyllos* sur les sites pauvres, grâce à ses feuilles qui se décomposent facilement et deviennent un bon apport de matière organique (Barengo N., 2001 ; Maes N. and Van Vuure T., 1989; Hommel P. W. F. M. and de Waal R. W., 2003).

Abiotique – milieu

i. Sol – géologie

Généralement, le type de sol sur lequel *T. platyphyllos* croît, est frais, humide mais facilement drainé, et plus ou moins profond et calcaire (Hegi G., 1975 ; Pigott D., 2012). Cette essence à dominance calcicole semble tolérer une variation des sols bruns calcaires ou calcosols profonds de pieds de versant jusqu'aux rendzines ou rendosols peu profonds de versants plus exposés à de fortes précipitations (Pigott D., 2012) (type de sol semblant correspondre à ceux des Baronnies Provençales). Ellenberg H. (1988) classifiait le *T. platyphyllos* parmi les espèces ayant une plus forte occurrence sur les sols calcaires et peu secs que sur les sols optimaux de *F. sylvatica* à qui il est souvent associé.

Il montre également une grande plasticité puisqu'il peut également pousser sur de la roche ignée (basalte et dolérite) voire même sur des sols acides lorsqu'il est planté (Pigott D., 2012).

Radoglou K. *et al.* (2008) notent aussi (selon les textes d'Ellenberg H. (1988), Rameau J.C. *et al.* (1989) et Basiotis K. B. (1972)) qu'il a une amplitude de tolérance à l'humidité du sol plus restreinte que *T. cordata* pouvant aider à l'identification des taxons. En effet, Pigott D. (2012) remarquait la nocivité probable

d'une humidité trop importante par l'étude de Strouts R.G. en 1981, pouvant induire le développement d'un champignon attaquant les racines (*Phytophthora* spp.). Il serait donc un arbre plutôt calcicole et mésocline, tandis que *T. cordata* serait plutôt acidophile et mésophile.

Géomorphologie

La géomorphologie est la « description du relief terrestre actuel expliqué principalement par les incidences du climat et de la structure géologique » (CNRTL), <http://cnrtl.fr/>.

Celle associée à *T. platyphyllos* a très peu été décrite. Nous essayerons de la définir au mieux sur notre site d'étude par analyse des données actuelles puis par analyse des données recensées sur le terrain cette année.

Altitude

L'amplitude altitudinale de *T. platyphyllos* est liée à d'autres paramètres environnementaux et climatiques (précipitations et température notamment). Susplugas J. *et al.* (1961) parlent d'un intervalle de 500 à 1 000 m (pour une qualité optimale des fleurs), Hegi G. (1975) mentionne l'étage montagnard soit environ 700 à 1 500 m (et le fait qu'il ne monte pas aussi haut que *T. cordata*). Pigott D., en 2012, cite des populations montant jusqu'à 1 400 m (Péloponnèse, Grèce), jusqu'à 1 500 m avec *Abies* sp. ou descendant plus bas (entre 350-650 m) dans des hêtraies, dans le sud-est de l'Europe (Slovénie, Croatie). Jenik J. (1986) recense la limite altitudinale dans le sud-est des Carpates (chaîne montagnarde de l'Europe de l'est), qui est là aussi, autour des 1 400 m (avec un record à 1 550 m).

Un intervalle global peut être évalué entre 400 et 1400 m, en gardant à l'esprit que ce n'est pas un paramètre à prendre en compte seul et que c'est une espèce avec une plasticité remarquable (Barengo N., 2001).

Température

La répartition de *T. platyphyllos* paraît suivre l'isotherme, du moins sur les limites orientales, où la température moyenne mensuelle de janvier est entre -4 °C (limites à l'est) et 7 °C (sud-ouest France). Au niveau de Dniestr (Fleure d'Europe de l'est) l'isotherme est transgressé de -1 °C au nord et -4 °C à l'ouest, comme par exemple à Kiev, où il existe des plantations et où le minimum moyen est de -10 °C et le minimum absolu de -25 °C! Une étude expérimentale de Till O. (1956) a montré la résistance de bourgeons dormants aux basses températures, allant jusqu'à une tolérance d'une exposition à -25 °C pour *T. platyphyllos*. Les périodes chaudes sont caractérisées par une température moyenne de l'air en juillet et 16 °C pour la limite nordique. Au sud, la frontière est au niveau de la zone méditerranéenne dans la mesure où l'espèce reste associée aux montagnes, rivières ou gorges, où les températures excèdent rarement les 20-22 °C (Pigott D., 2012). Néanmoins, si Radoglou K. *et al.* (2008) avaient le même ordre de grandeur pour la limite basse de température moyenne (entre -3 °C et -8 °C), la chaleur maximale supportée est bien plus remarquable, puisqu'ils notent 44 °C selon un document de Korotaev A.A. (1994).

Dans les Baronnies, température moyenne hivernale se situe autour de 5 °C et 12 °C d'après Susplugas J. *et al.* (1961).

Précipitations

La majeure partie de la distribution géographique de *T. platyphyllos* semble suivre un isohyète de moyenne annuelle de précipitations à 600 mm, où la pluie est étalée sur toute l'année et le maximum reste relativement bas en été. En région méditerranéenne le taux de précipitations par an est de 500 mm et l'été est sec et chaud, *T. platyphyllos* est donc naturellement absent (Pigott D., 2012) et n'est présent que jusqu'à la limite sub-méditerranéenne. Par ailleurs, ici encore il montre sa plasticité, puisqu'il supporte dans des régions du sud-est de l'Europe, 1 200-1 400 mm (avec 200 mm entre juin et août) ou encore 1 500-2 000 mm (avec 360-420 mm entre juin et août) de précipitations annuelles. En zone méditerranéenne, il est même présent en Grèce dans des milieux secs en été et subissant 1 000 mm de précipitations annuelles.

Radoglou K. *et al.* (2008) le décrivent comme tolérant à la sécheresse, aux vents secs et aux basses températures. Il serait donc un arbre approprié pour les plantations et le commerce, puisqu'il tolérerait les conditions différentes de son habitat naturel dans lesquelles il pourrait être planté. Ils ont également estimé un

ordre de sensibilité à la sécheresse de genres courants en Europe puis y ont intégré *T. platyphyllos* : *Fraxinus* < *Quercus* < *Sorbus* < ***T. platyphyllos*** < *T. cordata* < *Pinus*.

Une remarque intéressante est sa tolérance à la sécheresse, mais pas à l'engorgement, car s'il lui faut une certaine humidité et un certain apport en eau annuellement, il ne supporte pas bien d'être dans des conditions de trop forte humidité constante.

Ombre/ensoleillement

T. platyphyllos est un arbre tolérant l'ombre et mi- ombre. Sa sensibilité à la concurrence pour la lumière semble néanmoins augmenter puisque les plantules à croissance rapide peuvent se développer sous une canopée relativement dense, et les adultes tolèrent moins cet ombrage.

V. Utilisations et traditions anthropiques

1. Utilisations

Nombreuses utilisations du *T. platyphyllos* ont pu être recensées, souvent liées aux différents organes et usages que l'homme en faisait et/ou fait encore aujourd'hui : - médicinales : fleurs avec bractées, aubier: vertu antispasmodique, calmante, sudorifique, fébrifuge, antirhumatismale et diurétique ; écorce : antidouleur grâce au composé phloroglucinol (même principe actif que certains médicaments actuels)

- tressage et tissage : fibres de l'écorce : paniers, cordages, toiles, voiles, sandales, nattes
- alimentation animale : feuilles : fourrage ; fleurs : nectar pour la production de miel
- alimentation humaine : feuilles : jeunes feuilles en salade ; fleurs : tisanes, production du miel de tilleul ; fruits torréfiés : succédané de café
- aménagement : arbre d'ornement de parcs, de places de village, d'alignements, ou isolés en prairies

Il semblerait que l'environnement urbain limite l'espérance de vie (pouvant être de 15 à 20 ans) et la croissance générale des *Tilia* (Foster R.S. and Blaine J. 1978 ; Gilbertson P. And Bradshaw A.D., 1990 ; Nowak D.J. *et al.* 1990 ; Miller R.H. and Miller R.W., 1991).

2. Traditions en France

a. Les Baronnies Provençales

Dans les Baronnies Provençales la culture de *T. platyphyllos* a débuté au niveau du confluent de Toulourenc et de l'Ouvèze, vers Mollans sur Ouvèze (Susplugas J. *et al.*, 1961). Elle s'est ensuite progressivement développée dans les vallées adjacentes, par bouturages ou plants élevés en pépinière puis pieds greffés. Les variétés ont été désignées par les locaux, selon la structure de l'inflorescence et selon un échelonnement altitudinal et d'exposition de la floraison, de la maturité et de la résistance au gel, pour étaler récoltes dans le temps. Parfois la cueillette s'étalait sur 1 mois pour ceux qui avaient le matériel pour faire les récoltes basses et élevées et les transporter. C'était une culture qui demandait peu d'entretien, sauf la taille (coupe en gobelet ou en éventail) pour optimiser l'ensoleillement et faciliter la cueillette. La distinction entre le « tilleul à grandes bractées », le « tilleul sauvage » (premiers à fleurir), le « Verdal » ou « tilleul tardif » (qui s'épanouit 10 à 12 jours après) se faisait déjà à cette époque (Susplugas J. *et al.*, 1961). Dans sud-ouest du massif, la floraison peut débuter en juin, et avec l'augmentation en altitude elle sera de plus en plus tardive : plutôt en juillet pour la plus part.

La récolte est faite quand 2 fleurs sur 3 sont épanouies, par le fermier et sa famille, et parfois une main d'œuvre. Il y a alors cueillette à la main des inflorescences, dépôt dans des sacs de toile appelés « sacquettes », qui sont vidées (une fois pleines) dans un « bourras » (= carré en toile de 2 m à 2,5 m de côté avec cordes aux coins pour les fermer) et enfin transport vers un point de séchage (greniers, claies) pour une semaine.

Ont lieu, après séchage, les adjudications communales des lots de tilleuls venant des places publiques et des routes. L'adjudicataire devra tailler les arbres par la suite.

Le commerce des fleurs de Tilleul se faisait ensuite sur les marchés, à Buis-les-Baronnies (principalement), Vaison-la-Romaine, Nyons et Mollans. Après une période prospère, il s'est effondré à partir de 1946 à cause d'une baisse de production et de rentabilité (la main d'œuvre était aussi suscitée pour d'autres

travaux agricoles, la concurrence était rude avec l'importation de tilleuls d'autres pays, même si leur qualité n'était pas équivalente).

L'« écorce seconde de Tilleul », ou « Aubier de Tilleul », n'a quasiment pas été commercialisée dans les massifs car ce produit nécessitait l'abatage des arbres qui étaient alors cultivés pour les fleurs. Des exceptions pouvaient exister, lorsque le prix de revient du commerce des fleurs est trop élevé et dans des régions où le tilleul était présent à l'état spontané.

La France

Le Tilleul à grandes feuilles a occupé divers rôles et places dans l'histoire en France. Les principaux sont cités ci-après (<http://www.lesarbres.fr/tilleul.html>) :

- La religion chrétienne accorde au tilleul un caractère sacré, dû à l'odeur de ses fleurs. On en plantait près des églises au Moyen-Âge.
- Arbre de justice : dans l'Est de la France et les pays germaniques, on débattait des affaires publiques et on rendait la justice à l'ombre du tilleul (ailleurs, à l'ombre d'un chêne sessile).
- Arbre de la liberté : il fut l'un des arbres choisis en 1792 pour incarner les valeurs de la Révolution française.
- Arbre de la fécondité et de la maternité
- Arbre des tresseurs
- Symbole de l'amitié, de la fête, de la danse, le tilleul occupe encore les places de village où il était censé protéger du mauvais œil.

Parallèlement aux aspects symboliques, des pratiques se sont intégrées aux traditions françaises par l'intérêt commercial qui lui était attribué (Susplugas J. *et al.*, 1961), dont notamment les techniques très particulières de préparation des écorces ou celles de cueillette et séchage des fleurs.

3. Autres territoires

Les autres pays qui recensent *T. platyphyllos* peuvent avoir des traditions différentes mais qui l'associent tout de même à une symbolique sacrée ou vertueuse.

- En Allemagne, « die Tanzlinde » était un tilleul entretenu et taillé de sorte qu'il ait été possible soit de danser autour du tronc au sol, soit sur une plateforme construite dans les branchages. Il était également lieu de rencontre et de justice.
- Dans la mythologie grecque, la nymphe Philyie, un enfant monstrueux conçu du père de Zeus, de honte, se métamorphosa en tilleul. Le tilleul est aussi l'incarnation féminine de Baucis, une pauvre villageoise qui accueillit, sans le savoir, Zeus déguisé en vagabond.
- Chez les Germanes, le tilleul était aussi de caractère féminin, puisqu'il était dédié à Frigga, déesse de la fécondité et de l'amour maternel.
- Dans l'astrologie celtique, le tilleul est doux et se laisse fléchir facilement.
- Les masques des sarcophages du Fayoum (époque hellénique, en Égypte) étaient en tilleul, ce qui indique un caractère sacré de cet arbre dans les temps anciens.
- En Suède, il y avait des plantations de l'hybride *T. x europaea* dans les jardins et paysages urbains dès 17^{ème} siècle, par importation des Pays-Bas d'abord, puis par domestication de ceux-ci au début par marcottage au 17^{ème} puis par dispersion des graines au 18^{ème} (Bengtsson R., 2005).

NB : La bibliographie citée dans cette annexe est listée dans la bibliographie complète du rapport.

Annexe 4 : FICHE TERRAIN

Fiche Terrain – Tilleul des Baronnies Provençales (*Tilia platyphyllos*)
 Conservatoire Botanique National Alpin - Domaine de Charance – 05000 Gap – Tél. 00 33 (0)4 92 53 56 82

IDENTITE DU RELEVÉ : N° GPS* : Date* :/...../2016 N° chrono : O Saisi

STATION

N° station* :

Observateur(s)* :

Commune(s) : Lieu-dit* : Dépt. :

O Coordonnées GPS* (WGS84) : Lat. : Long. : (degré décimal) Précision (m) : Surface (m²) :

O Pointage sur ortho-photographie (sur carte 1/5000^{ème}, sinon 1/25000^{ème}) N° carte : Forme du relevé : O linéaire O étendu O fragmenté

Exposition : O E, O E-NE, O NE, O N-NE, O N, O N-NO, O NO, O NO-O, O O Altitude (m) : Pente (degrés) :

Position sur le versant : Géologie :

Sol, type : O calcaire O acidocline O autre : Couleur(s) : ; O lithosol O calcosol O rendosol

Texture en surface :

Profondeur (cm) : Roche mère : Humus :

Géomorphologie, forme générale : O éboulis grossiers (blocs, cailloux grande taille) O falaise O autre

HABITAT

Code qualif* :

Physionomie dominante (et détaillée) :

Description milieu* :

Syntaxon et/ou prodromes :

RECOUVREMENT

Recouvrement litière (%) : Description :

ROCAILLES/ROCHERS	11 : Rocailles/rochers taille (m) :	12 : Terre (>0.2mm)	13 : Gravillons (0.2mm à 2cm)	14 : Cailloux (2cm à 7cm)	15 : Pierres (7cm à 20cm)	16 : Blocs (>20cm)
Recouvrement* (%)						

FLORE	01 : arborescente (max)	02 : arbustive (max)	03 : sous-arbustive (max)	04 : strate herbacée (max)	strate muscinale
Hauteur* (m)					
Recouvrement* (%)					
Diamètre (cm)					

AUTRE

Photos (n°, nb, appareil photo, auteur) :

Trace(s) anthropiques (taille, chemin d'accès,...) :

Souche/bois mort : O oui O non Description :

Transect démographique : O oui (n°.....) O Non ; Prélèvement génétique : O oui (n°.....) O non

Remarques/observations :

.....

Schéma, croquis de la station, du transect,...

HERBIER

Prélèvement(s) : O oui O non N° échantillon(s) (et pts GPS)

.....

STRATES

Température au sol (°C) : de l'air (°C) : Heure de mesure : Lieu de mesure :

Dynamique : progressive régressive stable inconnue Relevé(s) complémentaire(s) : mousses lichens, si oui n°

Taxa*		Strate 01	Strate 02	Strate 03	Strate 04	Taxa*		Strate 01	Strate 02	Strate 03	Strate 04
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Abdce					<i>Buxus sempervirens</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Acer opalus</i> Mill.	Abdce					<i>Cytisophyllum sessilifolium</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Acer campestre</i> L.	Abdce					<i>Hippocrepis emerus</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Abdce					<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Corylus avellana</i> L.	Abdce					<i>Lonicera alpigena</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Abdce					<i>Lonicera xylosteum</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	Abdce					<i>Rosa pendulina</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
<i>Sorbus aria</i> L.	Abdce					<i>Ribes alpinum</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce					<i>Rhamnus alpina</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce					<i>Viburnum lantana</i> L.	Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				
	Abdce						Abdce				
	Phéno						Phéno				

	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					
	Abdce						Abdce					
	Phéno						Phéno					

Faune :

.....

.....

.....

Annexe 5 : EXTRAIT DU TABLEAU DES ESPECES RELEVES ET DE LEURS TRAITES CHOROLOGIQUES, BIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES

Espèces TRACHEOPHYTES	Famille	Type biologique	Type chorologique / Biogéographie	Altitude min (m)	Altitude max (m)	Pollinisation	Dissémination	Type de fruit	Type d'inflorescence	Hauteur (m)	Floraison	Ecologie	Lumière	Eau	Trophisme	pH	Sol physique
<i>Acer monspessulanum</i> L.	Sapindaceae	Phanérophte	Euryméditerranéen	0	1400	Entomogame	Anémochore	Samare	Corymbe	10	Vernale	Ourlets et forêts collinéennes thermophiles	Héliophile	Xérophile	Oligotrophe	Calcicole	Saxicline
<i>Acer opalus</i> Mill. subsp. <i>opalus</i>	Sapindaceae	Phanérophte	Orophyte européen	200	1700	Entomogame	Anémochore	Samare	Corymbe	15	Vernale	Forêts collinéennes et montagnardes, surtout chênaies pubescentes acidiphiles	Héliophile	Mésocline	Oligotrophe	Neutrophile	Terro-Saxicline
<i>Acer platanoides</i> L.	Sapindaceae	Phanérophte	Eurocaucasien	0	1700	Entomogame	Anémochore	Samare	Corymbe	18	Vernale	Forêts caducifoliées mésophiles, ripisylves	Héliophile	Mésophile	Mésotrophe	Neutro-Acidicline	Terro-Saxicline
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Sapindaceae	Phanérophte	Eurocaucasien	0	2200	Entomogame	Anémochore	Samare	Grappe	18	Vernale	Forêts montagnardes ou de ravin	Héliophile	Mésophile	Mésotrophe	Neutrophile	Terro-Saxicline
<i>Aconitum anthora</i> L.	Ranunculaceae	Hémicryptophyte	Orophyte européen	400	2200	Entomogame	Barochore	Follicule	Panicule	1	Estivale	Pelouses xérophiles basiphiles	Héliophile	Mésocline	Oligotrophe	Neutro-Acidicline	Terro-Saxicline
<i>Aconitum lycoctonum</i> L. subsp. <i>vulparia</i> (Spreng) Nyman	Ranunculaceae	Hémicryptophyte	Centre-européen	0	1400	Entomogame	Barochore	Follicule	Panicule D'épi	1	Estivale	Sous-bois herbacés, ourlets et coupes forestières mésophiles	Photophile	Mésophile	Oligotrophe	Neutro-Acidicline	Saxi-Humicole
<i>Actaea spicata</i> L.	Ranunculaceae	Hémicryptophyte	Eurasiatique	0	2300	Entomogame	Zoochore	Baie	Panicule	0,5	Vernale	Sous-bois frais, mégaphorbiaies, fentes de lapiaz	Sciaphile	Mésophile	Oligotrophe	Neutro-Acidicline	Humo-Terricole
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik. subsp. <i>ovalis</i>	Rosaceae	Nanophanérophte	Européen	0	2200	Entomogame	Zoochore	Baie	Corymbe	2	Vernale	Fourrés thermophiles et matorrals subméditerranéens basiphiles	Héliophile	Mésocline	Oligotrophe	Calcicole	Saxicole
<i>Anemone hepatica</i> L.	Ranunculaceae	Hémicryptophyte	Holarctique	100	2200	Entomogame	Barochore	Akène	Solitaire	0,1	Vernale	Sous-bois et ourlets herbacés basiphiles	Sciaphile	Mésocline	Oligotrophe	Neutrophile	Terro-Humicole
<i>Antirrhinum majus</i> L.	Plantaginaceae	Hémicryptophyte	S-européen / O-asiatique / N-africain	0	1800	Entomogame	Barochore	Capsule	Panicule D'épi	0,8	Estivale	Ourlets et sous-bois arbustifs clairs, parfois rocailles ou lapiaz, surtout sur calcaire	Héliophile	Xérophile	Oligomésotrophe	Calcicole	Saxicole

<i>Arabis alpina</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	Chaméphyte	Arctico-alpin	100	3200	Entomogame	Displochore	Silique	Panicule	0,3	Vernale	Rochers et éboulis calcaires, parfois siliceux (auvergne, corse)	Photophile	Mésophile	Oligotrophe	Calcicole	Saxi-Terricole
<i>Arabis nova</i> Vill.	<i>Brassicaceae</i>	Thérophyte	Orophyte européen	400	1800	Entomogame	Displochore	Silique	Panicule	0,2	Vernale	Rocailles et pieds de balmes xérophiles	Héliophile	Xérophile	Oligo-Mésotrophe	Calcicole	Terricole
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	<i>Caryophyllaceae</i>	Thérophyte	S-eurasiatique	0	1800	Entomogame	Barochore	Capsule	Panicule	0,1	Estivale	Pelouses sèches et dalles à thérophytes basiphiles, cultures, lieux rudéraux	Héliophile	Xérophile	Oligo-Mésotrophe	Calcicole	Terricole
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>sardum</i> (Em. Schmid) Gamisans	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte	Orophyte européen	800	2300	Anémogame	Anémochore	Cariopse	Panicule	0,5	Estivale	Pelouses et fruticaires xérophiles, éboulis	Héliophile	Mésocline	Oligotrophe	Calcicole	Saxicline
<i>Asparagus tenuifolius</i> Lam.	<i>Asparagaceae</i>	Géophyte à rhizome	S-européen	100	1200	Entomogame	Zoochore	Baie	Cyme	0,5	Vernale	Ourlets et sous-bois mésoxérophiles basiphiles	Sciaphile	Mésocline	Oligotrophe	Acidicline	Terro-Humicole
<i>Asphodelus albus</i> Mill. subsp. <i>delphinensis</i> (Gren. & Godr.) Z. Diaz & Valdés	<i>Xanthorrhoeaceae</i>	Géophyte à rhizome	Orophyte européen	700	2200	Entomogame	Barochore	Capsule	Epi	0,8	Vernale	Pelouses orophiles acidiphiles	Photophile	Mésocline	Oligotrophe	Acidicline	Terro-Humicole
<i>Asplenium fontanum</i> (L.) Bernh.	<i>Aspleniaceae</i>	Hémicryptophyte	Orophyte eurasiatique	200	2400	Hydrogame	Anémochore	Spore	Sores	0,1	Vernale	Rochers surtout calcaires, de préférence ombragés et frais	Sciaphile	Mésocline	Oligotrophe	Calcicole	Saxi-Terricole
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	<i>Aspleniaceae</i>	Hémicryptophyte	Européen	200	2400	Hydrogame	Anémochore	Spore	Sores	0,1	Vernale	Rochers, éboulis, vieux murs sur silice	Sciaphile	Mésocline	Oligotrophe	Calcicole	Saxi-Terricole
<i>Asplenium trichomanes</i> subsp. <i>quadrivalens</i> D.E. Mey	<i>Aspleniaceae</i>	Hémicryptophyte	Européen	0	2400	Hydrogame	Anémochore	Spore	Sores	0,1	Vernale	Rochers, éboulis, vieux murs	Sciaphile	Mésocline	Oligotrophe	Calcicole	Saxi-Terricole
<i>Berberis vulgaris</i> L.	<i>Berberidaceae</i>	Nanophanérophyte	S-européen / O-asiatique	1200	2300	Entomogame	Zoochore	Baie	Grappe	2	Estivale	Fourrés et haies basiphiles	Héliophile	Mésocline	Oligotrophe	Neutro-Acidicline	Saxicline-Terricome
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	<i>Ophioglossaceae</i>	Géophyte à rhizome	Cosmopolite	0	2800	Anémogame	Anémochore	Spore	Panicule	0,1	Estivale	Pelouses mésophiles à mésohygrophiles oligotrophiles acidiclinales à neutroclines	Héliophile	Mésophile	Oligotrophe	Acidicline	Humicole
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult. subsp. <i>rupestre</i>	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte	S-européen	0	2200	Anémogame	Anémochore	Akène	Epi D'épillets	0,5	Estivale	Pelouses et ourlets mésoxérophiles surtout basiphiles	Photophile	Mésocline	Oligo-Mésotrophe	Neutrophile	Terro-Saxicline

Tableau 2 : Extrait du tableau de synthèse des espèces des relevés et de leurs traits chorologiques, biologiques et écologiques

Annexe 6 : EXEMPLE DE TABLEAU DE MESURES EFFECTUEES SUR LES 5 ECHANTILLONS D'UNE TILLAIE

n°échantillon	Feuilles							Inflorescences				
	nombre	largeur (cm)	longueur (cm)	pétiole (cm)	pilosité pétiole	face sup	face inf	nb de bractées	Longueur (cm)	Largueur (cm)	Pétiole (cm)	nombre de fleurs
01-T2-01-1	1	6,3	7,2	4,0	g/p	g	g	1	7,6	1,7	0,4	3
01-T2-01-2	1	5,7	7,2	2,9	g/p	g	g	1	8,8	1,7	0,2	3
01-T2-01-3	1	6,5	7,5	2,9	g	g	g	1	7,6	1,5	0,2	4
01-T2-01-4	1	7,0	7,5	2,5	g	g	g	1	5,6	1,2	0,1	3
01-T2-01-5	1	6,5	5,8	2,9	g	g	g	1	6,6	1,5	0,1	3
01-T2-02-1	1	6,8	5,9	2,5	g	g	g	0				
01-T2-02-2	1	9,2	8,4	4,1	g	g	g	0				
01-T2-02-3	1	9,3	8,7	4,0	g	g	g	0				
01-T2-02-4	1	9,5	8,8	4,2	g	g	g	0				
01-T2-02-5	1	8,3	8	3,3	g	g	g	0				
01-T2-03-1	1	9,6	10,4	5,7	g	g	g	1	9,5	2,1	1,1	3
01-T2-03-2	1	8,9	9,6	4,7	g/p	g	g	1	8,1	1,9	0,7	4
01-T2-03-3	1	7,0	6,9	3,8	g	g	g	1	10,3	1,7	0,5	4
01-T2-03-4	1	9,2	10,4	6,1	g/p	g	g	1	9,1	1,7	0,7	5
01-T2-03-5	1	9,0	9,7	5,7	g	g	g	1	9,7	2	0,7	5
01-T2-04-1	1	7,3	7,1	3,3	p	g	g/p	0				
01-T2-04-2	1	7,6	7,9	4,3	p	g	g	0				
01-T2-04-3	1	8,0	7,4	3,9	p	g	g	0				
01-T2-04-4	1	9,5	10,1	6,4	p	g	g	0				
01-T2-04-5	1	8,1	8	4,7	p	g	g	0				
01-T2-05-1	1	8,8	9,1	4,1	p	g/p	g	1	8,2	1,7	0,5	2
01-T2-05-2	1	7,9	6,9	3,5	p	g/p	g	1	8,5	1,8	0,6	5
01-T2-05-3	1	8,0	5,4	5,4	p	g/p	g	1	7,8	1,8	0,4	3
01-T2-05-4	1	8,9	8,4	4,4	p	g/p	g	1	8,3	1,4	0,8	4
01-T2-05-5	1	10,3	10,8	4,8	p	p-	g	1	7,4	2	0,7	2
01-T2-01		6,4	7,0	3,0					7,2	1,5	0,2	3,2
01-T2-02		8,6	8,0	3,6								
01-T2-03		8,7	9,4	5,2					9,3	1,9	0,7	4,2
01-T2-04		8,1	8,1	4,5								
01-T2-05		8,8	8,1	4,4					8,0	1,7	0,6	3,2
01-T2 moyenne		8,1	8,1	4,2					8,2	1,7	0,5	3,5
01-T2 écart-type		1,2	1,5	1,1					1,2	0,2	0,3	1,0

Tableau 3 : Exemple de tableau des mesures biométriques effectuées sur les 5 échantillons prélevés dans une tillaie ici T2, montagne de Saint-Genis.

Annexe 7 : FICHES TILLAIES

1. Montagne d'Arambre 07 – T1
2. Rocher de Beaumont 22 – T1
3. Rocher de Beaumont 22 – T2
4. Montagne de Chabre 23 – T1
5. Montagne de Chabre 23 – T2
6. Montagne de Chamouse 25 – T1
7. Rocher de la Fubie 73 – T1
8. Montagne de Saint-Genis 01 – T1
9. Montagne de Saint-Genis 01 – T2
10. Montagne de l'Ubac 78 – T1

Montagne d'Arrambre : 07 – T1 – Tr1

Forêt dense sous couvert d'une fruticée, en pied de falaise et exposition Nord-Nord-Est, sur éboulis de blocs calcaires stabilisés avec un lit de gravillons et cailloux non stables. Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) à Alisier blanc (*Sorbus aria*), sous-couvert d'une buxaie de Buis (*Buxus sempervirens*).

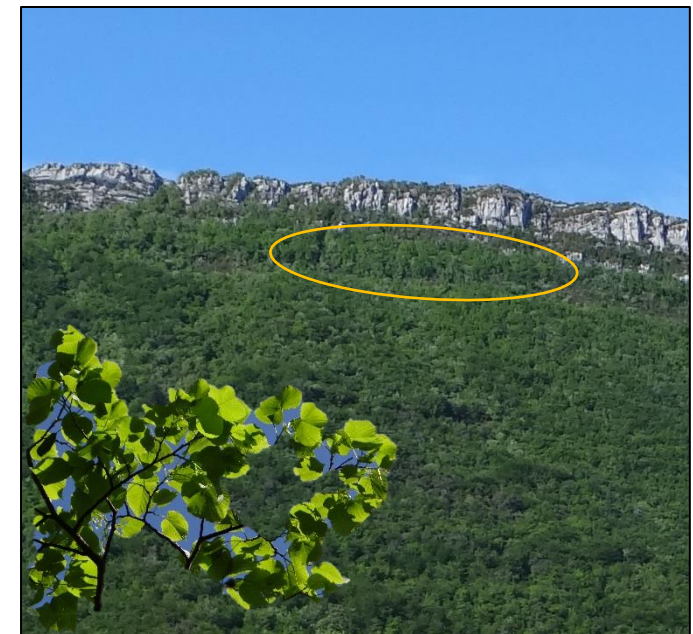
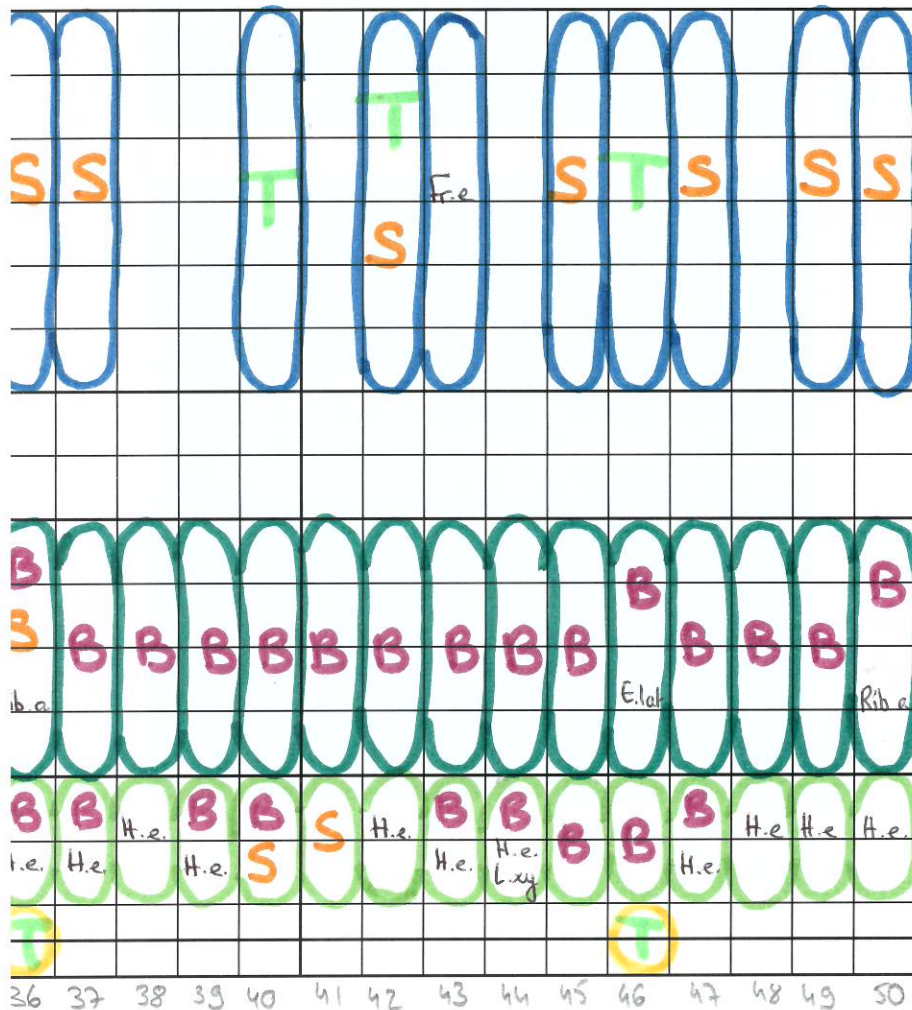


Figure 1 : Photographies de la zone où le relevé de la tillaie de la Montagne d'Arrambre a été fait et branches de *Tilia platyphyllos* (24.05.2016, Anna-Karine Jean)

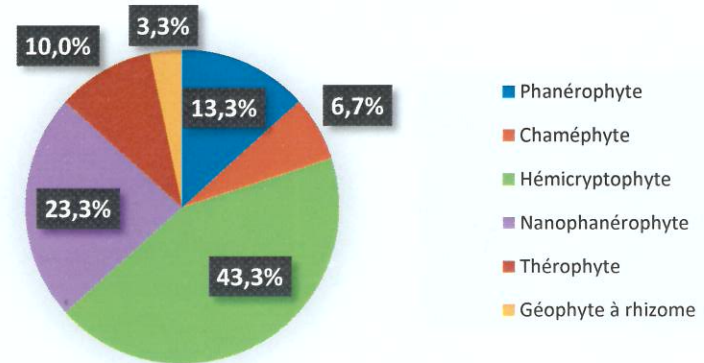
Habitats associés :

- All. *Ctenidion mollusci* Stefureac - Ass. *Tortella-Ctenidietum mollusci* (Gams) Stodiek
- All. *Dicrano scopari* - *Hypnion filiformis* Barckman
- All. *Frullanion dilatatae* Lecointe - Ass. *Orthotrichetum striati* Gams
- All. *Pleurozium schreberi* Krusentsjerna

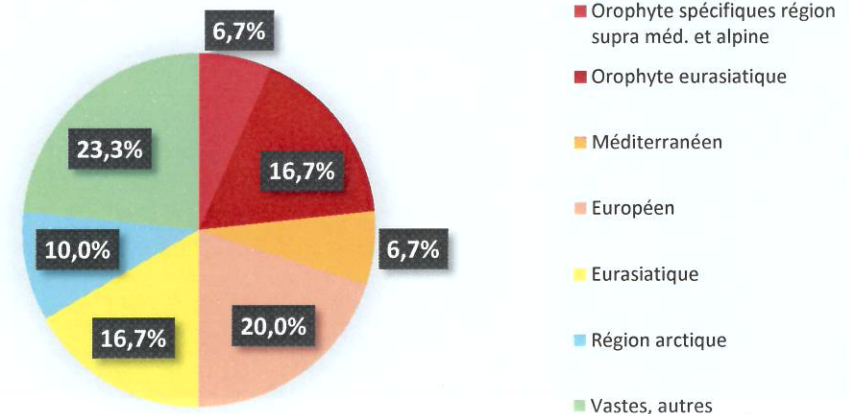
Position sur le versant	Haut
Exposition	NNE
Altitude (m)	1082
Pente (°)	45
Densité <i>T. Platyphyllos</i> (individu(s)/ha)	720
Diversité spécifique du relevé	30



Types biologiques



Types chorologiques / Biogéographie



Rocher de Beaumont : 22 – T1 – Tr1

Forêt claire, en pied de falaise, exposition Est, sur éboulis de blocs calcaires non stables, Erablière tillaie Erablière tillaie d'Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*), à Frêne commun (*Fraxinus excelsior*).

Rameaux fleuris de *Tilia platyphyllos* dans la tillaie T1 du Rocher de Beaumont (28.06.2016, Anna-Karine Jean)



Orthotrichum affine sur écorce de *Tilia platyphyllos* dans la tillaie T1 du Rocher de Beaumont (28.06.2016, Anna-Karine Jean)

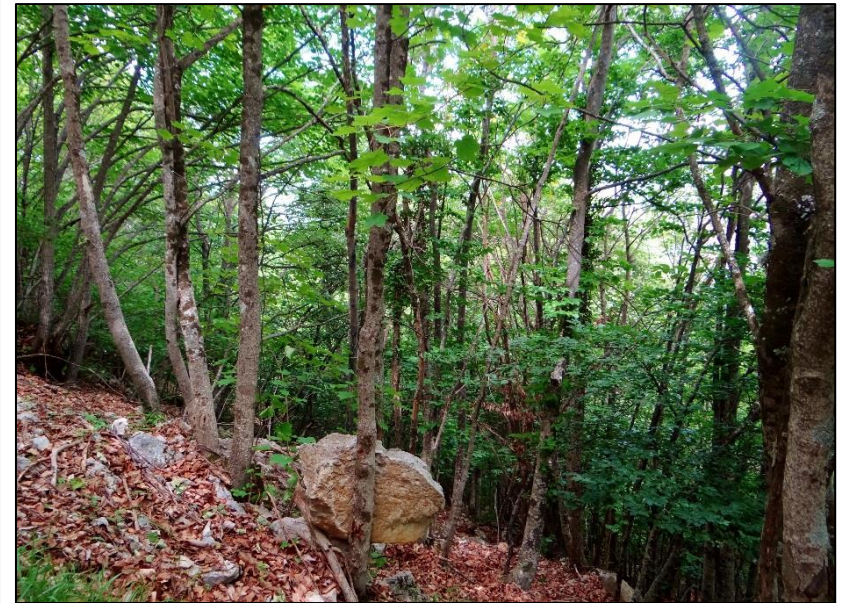


Figure 8 : Photographie de tilleuls à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) en cépée avec des blocs coincés dans les troncs, dans la tillaie T1 du Rocher de Beaumont (28.06.2016, Anna-Karine Jean)

Rocher de Beaumont : 22 – T2 – Tr1

Forêt peu dense, en mi-versant, exposition Est, sur éboulis calcaire grossier à fin, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Buis (*Buxus sempervirens*).

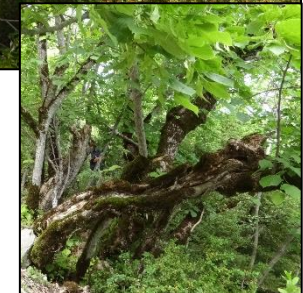


Figure 5 : Photographies de la tillaie T2 et d'un tronc de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) naturellement "têtard" du Rocher de Beaumont (14.06.2016, Luc Garraud et Anna-Karine Jean)

Habitats associés :

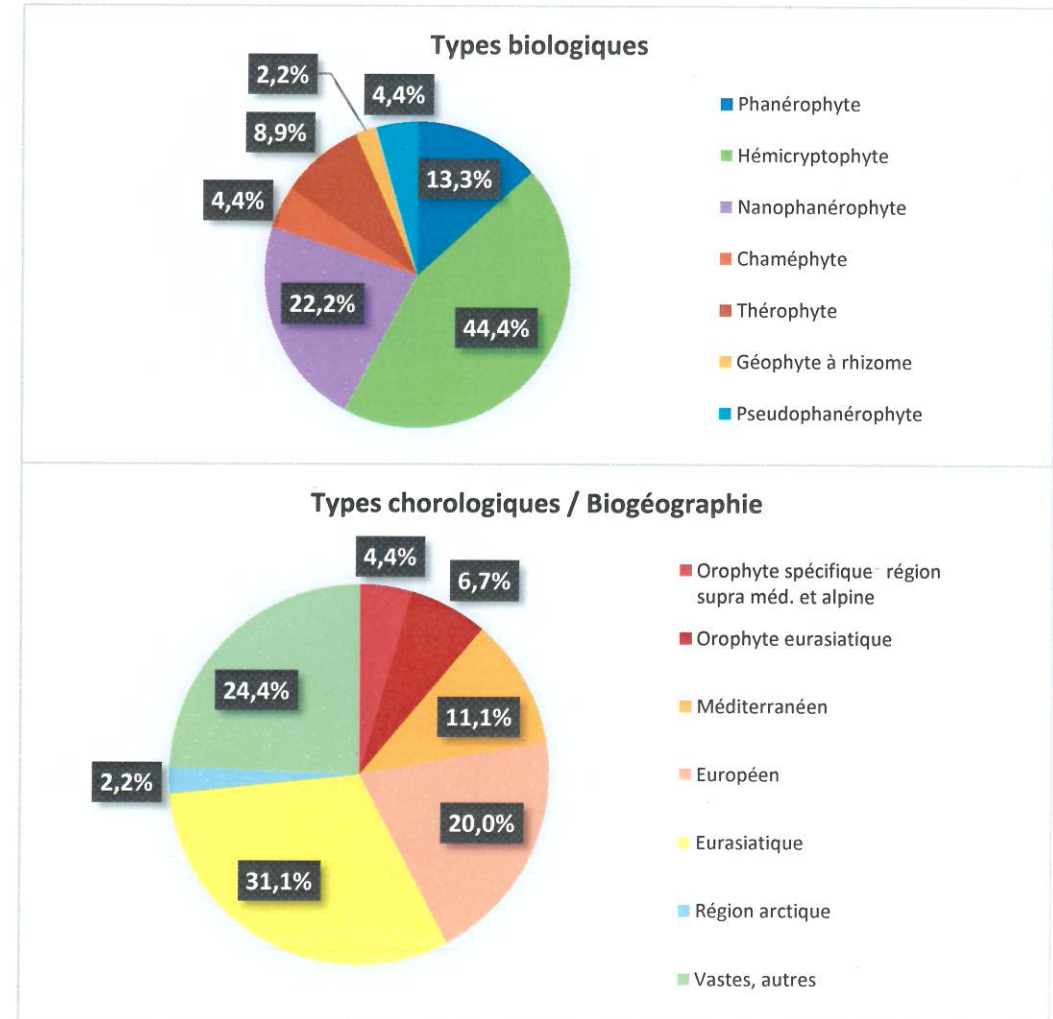
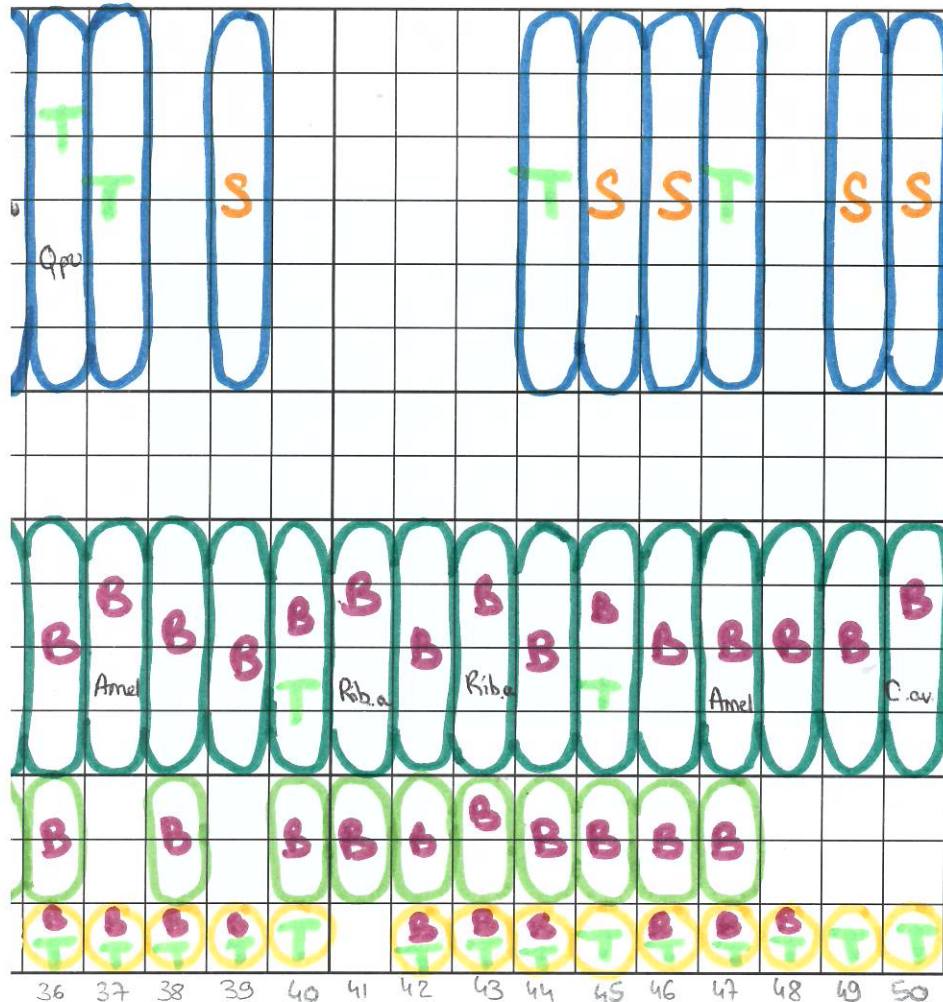
Bryophytiques :

- All. *Ctenidion mollusci* Steffens - Ass. *Tortella-Ctenidietum mollusci* (Gams) Stodiek
- All. *Frullanion dilatatae* Lecointe - Ass. *Orthotrichetum striati* Gams
- All. *Grimmion tergestinae* Smarda - Ass. *Orthotricho anomali* - *Grimmietum pulvinatae* Stodiek
- All. *Neckerion complanatae* Smarda & Hadac S-All. *Neckerion complanatae-besseri* Marstaller
- All. *Tortulenion laevipilae* (Oscher) Lecointe - Ass. *Tortuletum laevipilae* (Allorge) Duvignaud

Herbacés :

- All. *Trifolion medii* Müller
- All. *Alyso alyssoidis-Sedion albi* Oberdorfer & Müller

Position sur le versant	Mi-versant
Exposition	E
Altitude (m)	1317
Pente (°)	30
Densité <i>T. Platyphyllos</i> (individu(s)/ha)	3980
Diversité spécifique du relevé	45



Montagne de Chabre : 23 – T1 – Tr1

Forêt luxuriante et dense sous couvert d'une fruticée, en mi-versant, exposition Nord-Nord-Ouest, sur éboulis grossier calcaire issu de falaise, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et d'Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Buis (*Buxus sempervirens*) et Alisier blanc (*Sorbus aria*).

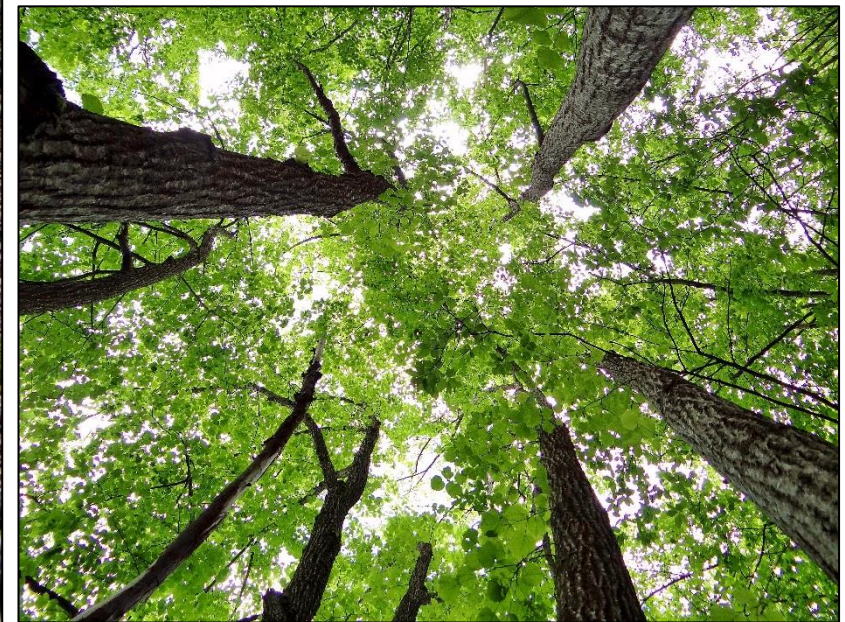
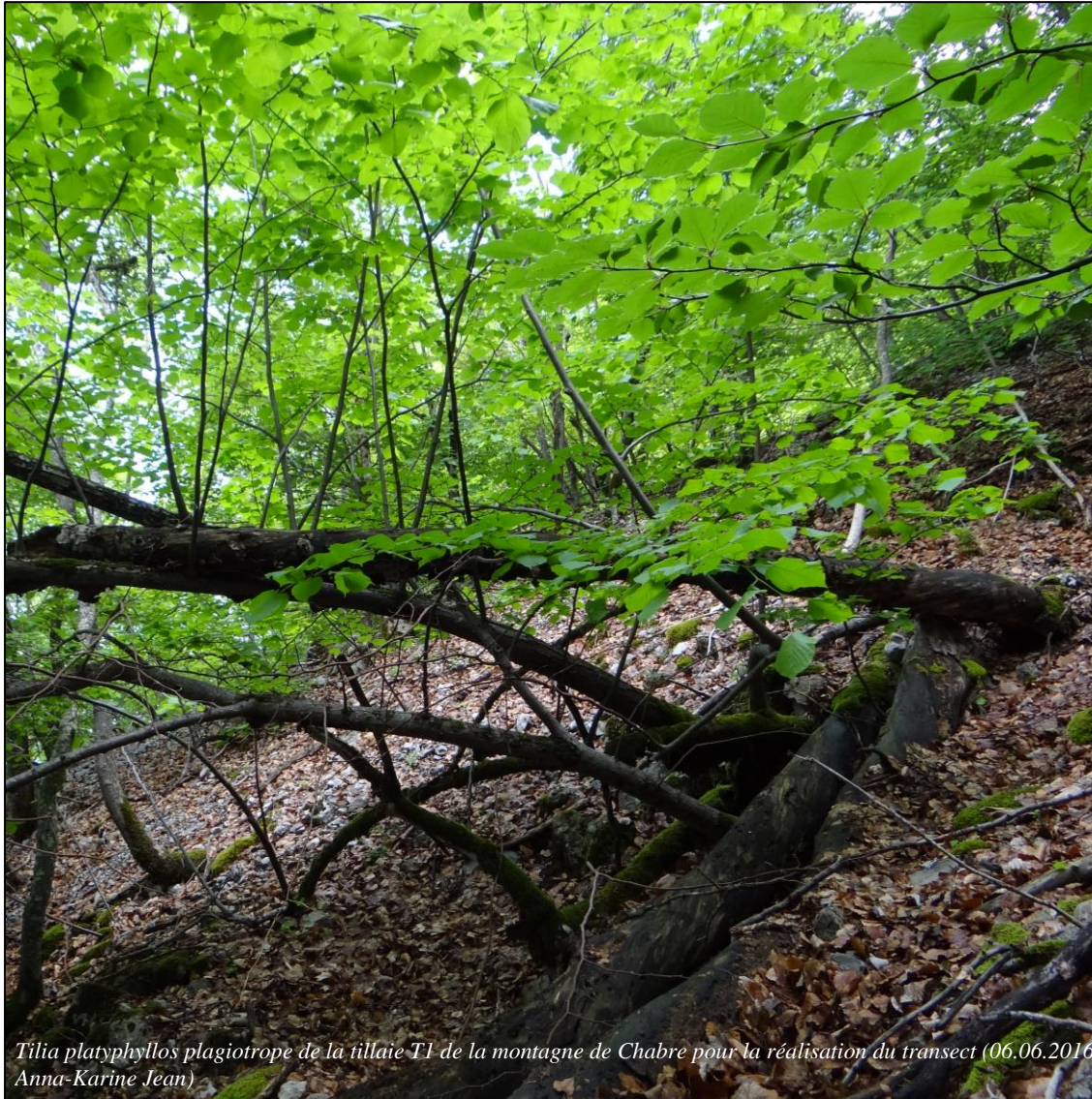
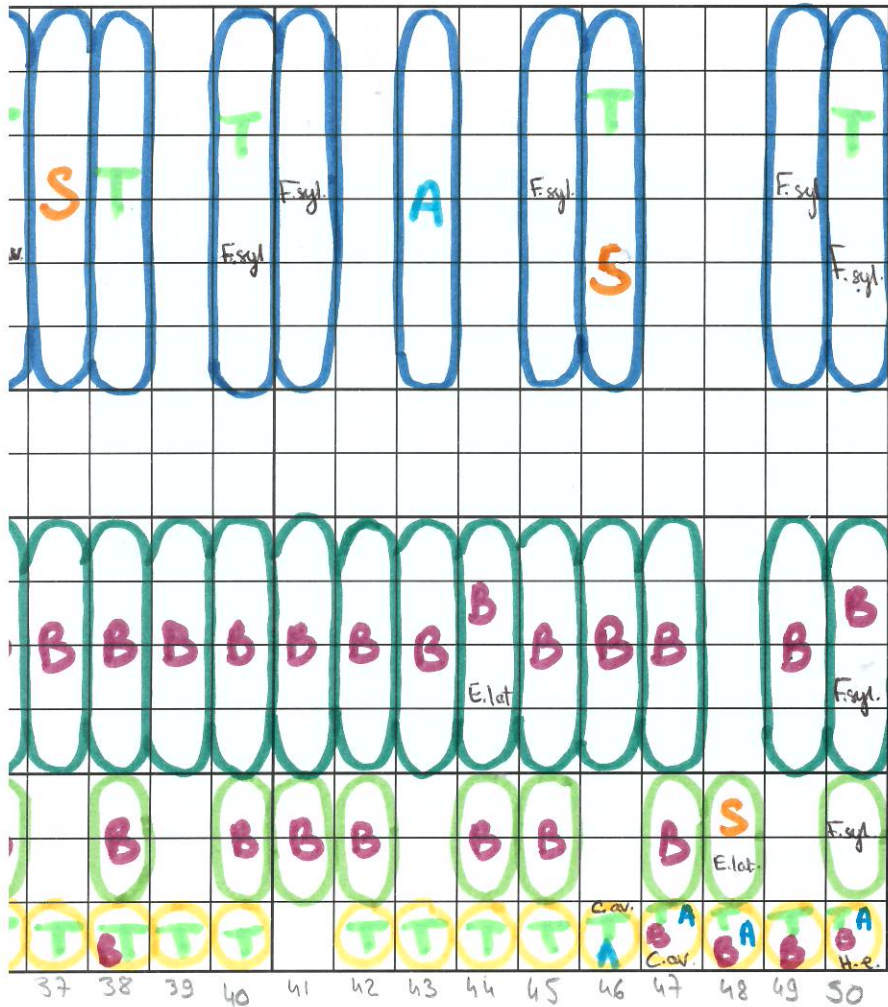


Figure 3 : Photographie de la canopée de la tillaie, prise au centre d'un seul Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) en cèpée à 8 troncs, sur la montagne de Chabre (06.06.2016, Anna-Karine Jean)

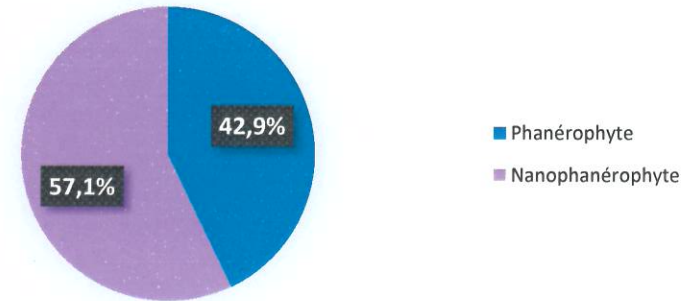
Habitats associés :

- All. *Ctenidion mollusci* Stefureac - Ass. *Tortella-Ctenidietum mollusci* (Gams)
- All. *Dicrano scopari* – *Hypnion filiformis* Barckman
- All. *Frullanion dilatatae* Lecointe - Ass. *Orthotrichetum striati* Gams
- All. *Grimmion tergestinae* Smarda - Ass. *Orthotricho anomali* - *Grimmietum pulvinatae* Stodiek
- All. *Neckerion complanatae* Smarda & Hadac S-All. *Neckerenion complanatae-besseri* Marstaller

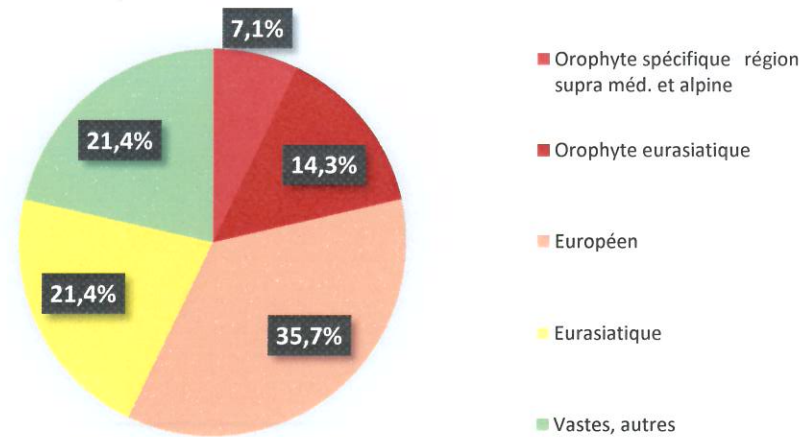
Position sur le versant	Mi-versant
Exposition	NNO
Altitude (m)	1072
Pente (°)	40
Densité <i>T. Platyphyllos</i> (individu(s)/ha)	3920
Diversité spécifique du relevé	14



Types biologiques



Types chorologiques / Biogéographie

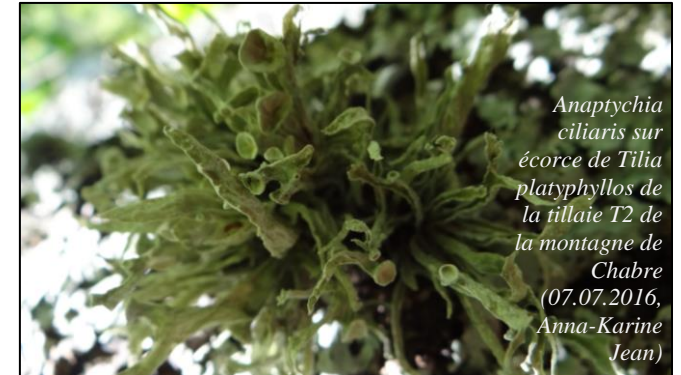


Montagne de Chabre : 23 – T2 – Tr1

Forêt claire, en haut de versant sous crête, exposition Nord, sur paroi rocheuse calcaire disloquée en gradin, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Hêtre (*Fagus sylvatica*).



Tilia platyphyllos dans les blocs rocheux de la tillaie T2 de la montagne de Chabre (07.07.2016, Anna-Karine Jean)



Anaptychia ciliaris sur écorce de *Tilia platyphyllos* de la tillaie T2 de la montagne de Chabre (07.07.2016, Anna-Karine Jean)

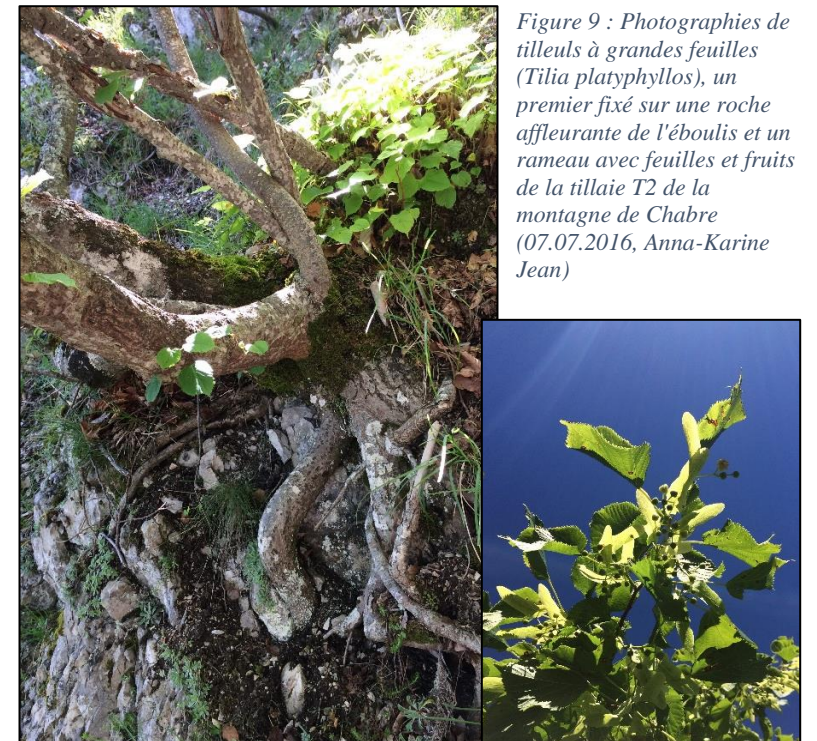


Figure 9 : Photographies de tilleuls à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*), un premier fixé sur une roche affleurante de l'éboulis et un rameau avec feuilles et fruits de la tillaie T2 de la montagne de Chabre (07.07.2016, Anna-Karine Jean)

Habitats associés :

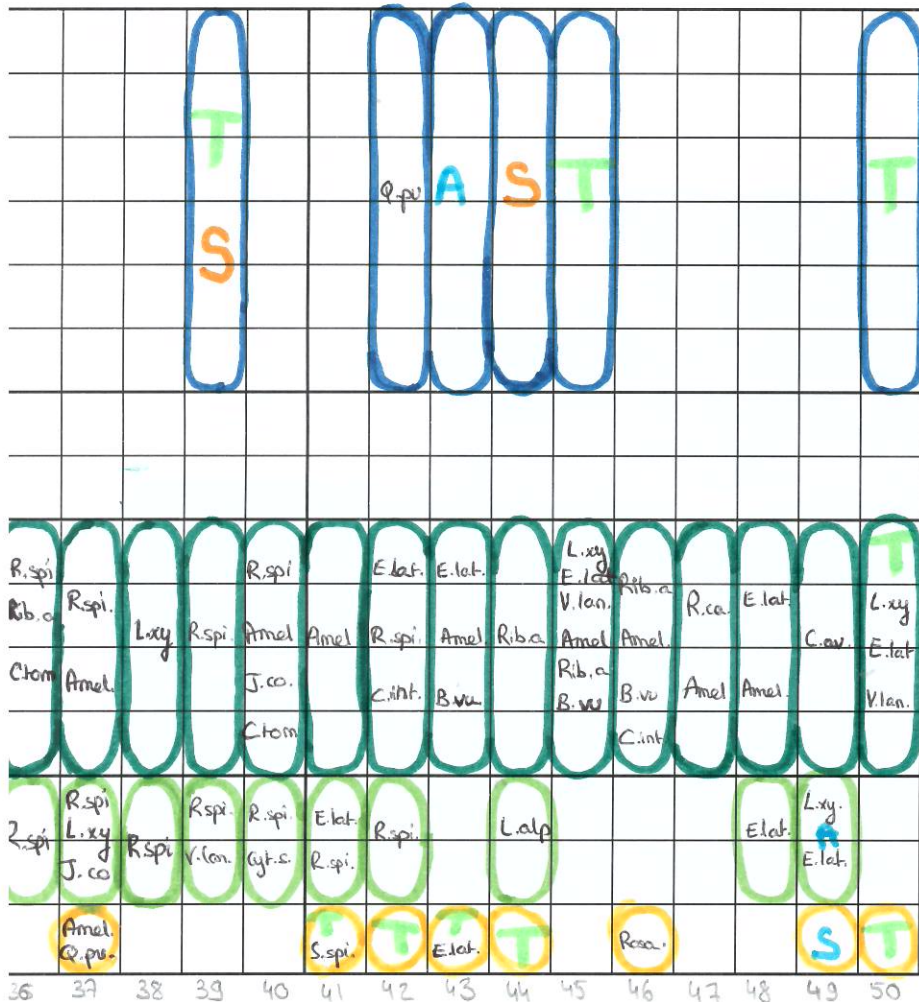
Bryophytiques :

- All. *Ctenidion mollusci* Stefureac - Ass. *Tortella-Ctenidietum mollusci* (Gams) Stodiek
- All. *Dicrano scopari* – *Hypnion filiformis* Barckman
- All. *Frullanion dilatatae* Lecointe - Ass. *Orthotrichetum striati* Gams
- All. *Grimmion tergestinae* Smarda - Ass. *Orthotricho anomali* - *Grimmietum pulvinatae* Stodiek
- All. *Neckerion complanatae* Smarda & Hadac S-All. *Neckerenion complanatae-besseri* Marstaller

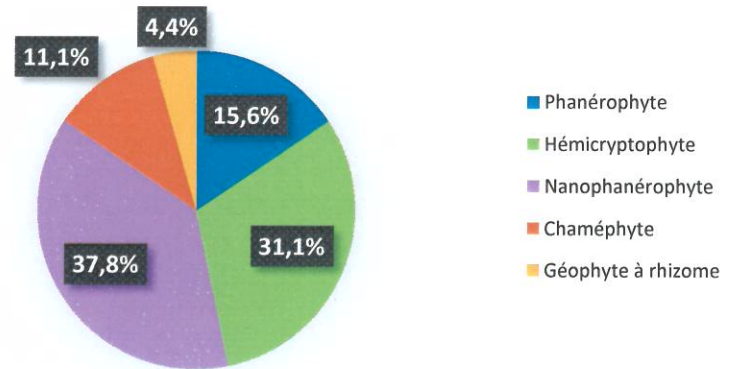
Herbacés :

- All. *Trifolion medii* Müller
- All. *Saxifragion lingulatae* (Rioux & Quezel) Loisel

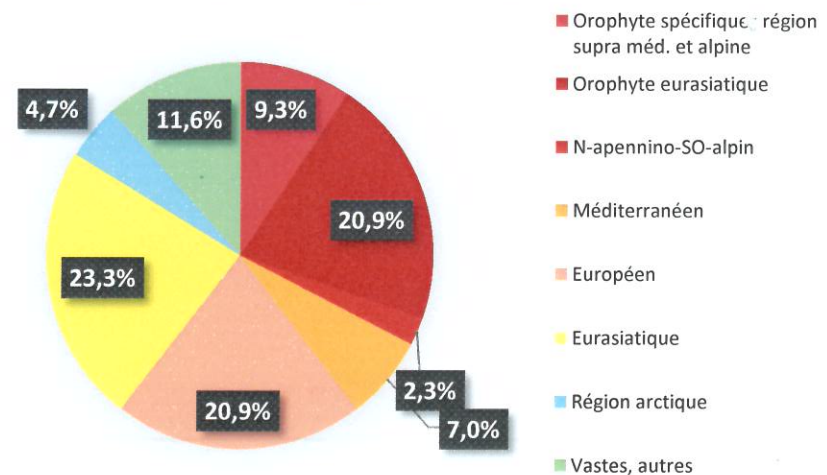
Position sur le versant	Haut
Exposition	N
Altitude (m)	1264
Pente (°)	65
Densité <i>T. Platyphyllos</i> (individu(s)/ha)	540
Diversité spécifique du relevé	45



Types biologiques



Types chorologiques / Biogéographie



Montagne de Chamouse : 25 – T1 – Tr1

Forêt claire de pied de crête, exposition Nord-Nord-Est, sur éboulis calcaire léger et stabilisé, Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) à Alisier blanc (*Sorbus aria*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), sous-couvert d'une buxaie à Buis (*Buxus sempervirens*).

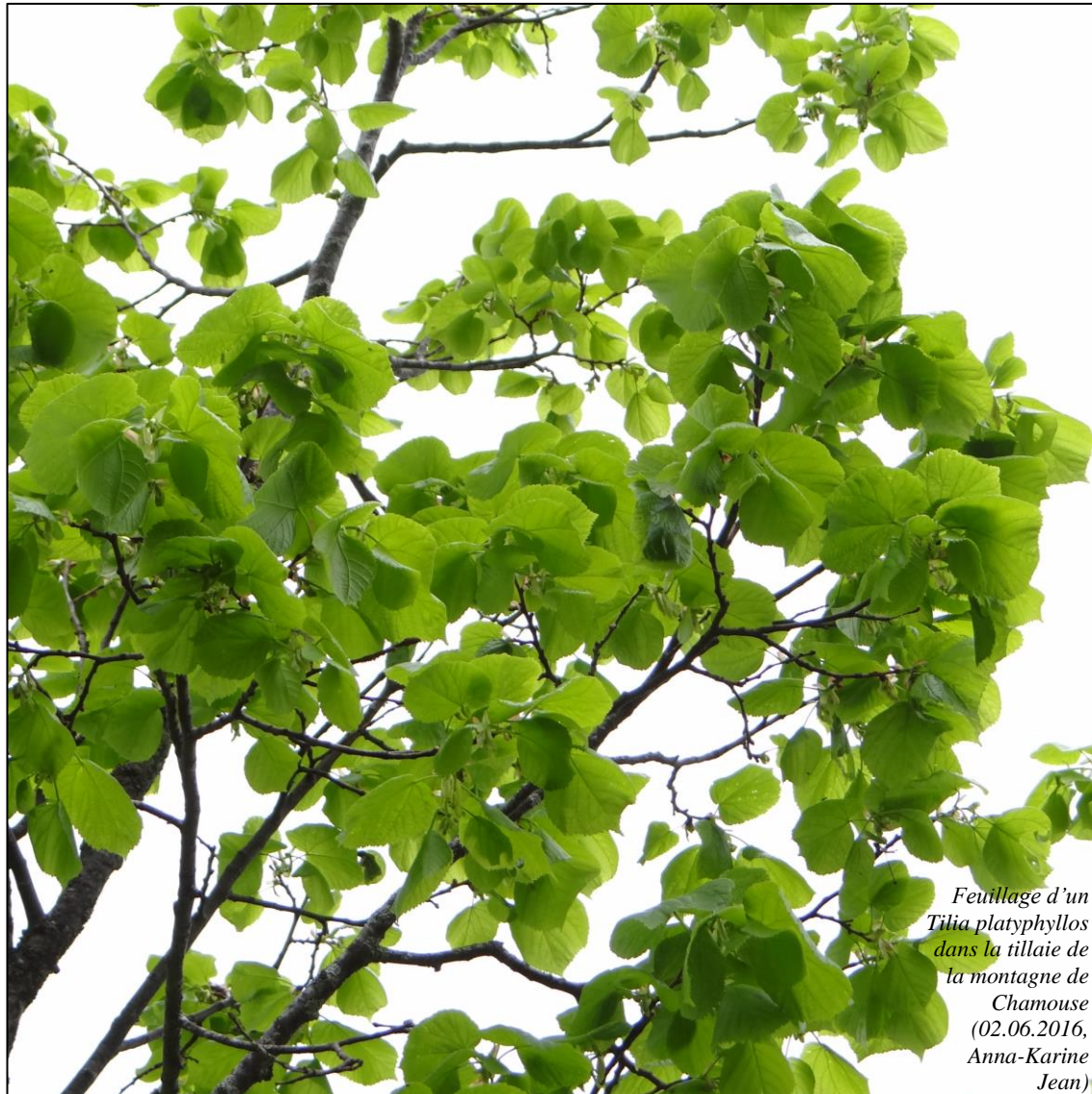


Figure 2 : Photographie de la tillaie vue de la crête et rameau de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) sur la montagne de Chamouse (02.06.2016, Anna-Karine Jean et Luc Garraud)

Rocher de la Fubie (Trescléoux) :73– T1 – Tr1

Forêt dense entrecoupée d'éboulis, en mi-versant sous vires rocheuses et falaise, exposition Nord (ubac), sur éboulis actif de blocs calcaires et graviers mouvants de surface, Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) à Alisier blanc (*Sorbus aria*).



Figure 4 : Photographies d'un Tilleul à grande feuilles (Tilia platyphyllos) en cèpée et d'un semis du Rocher de la Fubie à Trescléoux (08.06.2016, Anna-Karine Jean)



Montagne de Saint Genis de l'Aup : 01 – T1 – Tr1

Forêt claire, en mi-versant, exposition Nord, dans un talweg d'éboulis de blocs calcaires colmaté, Frênaie tillaie de Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) au sein d'une hêtraie de Hêtre (*Fagus sylvatica*).



Figure 6 : Photographie de tilleuls à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) de la tillaie T1 de la montagne de Saint Genis de l'Aup (21.06.2016, Anna-Karine Jean)

Habitats associés :

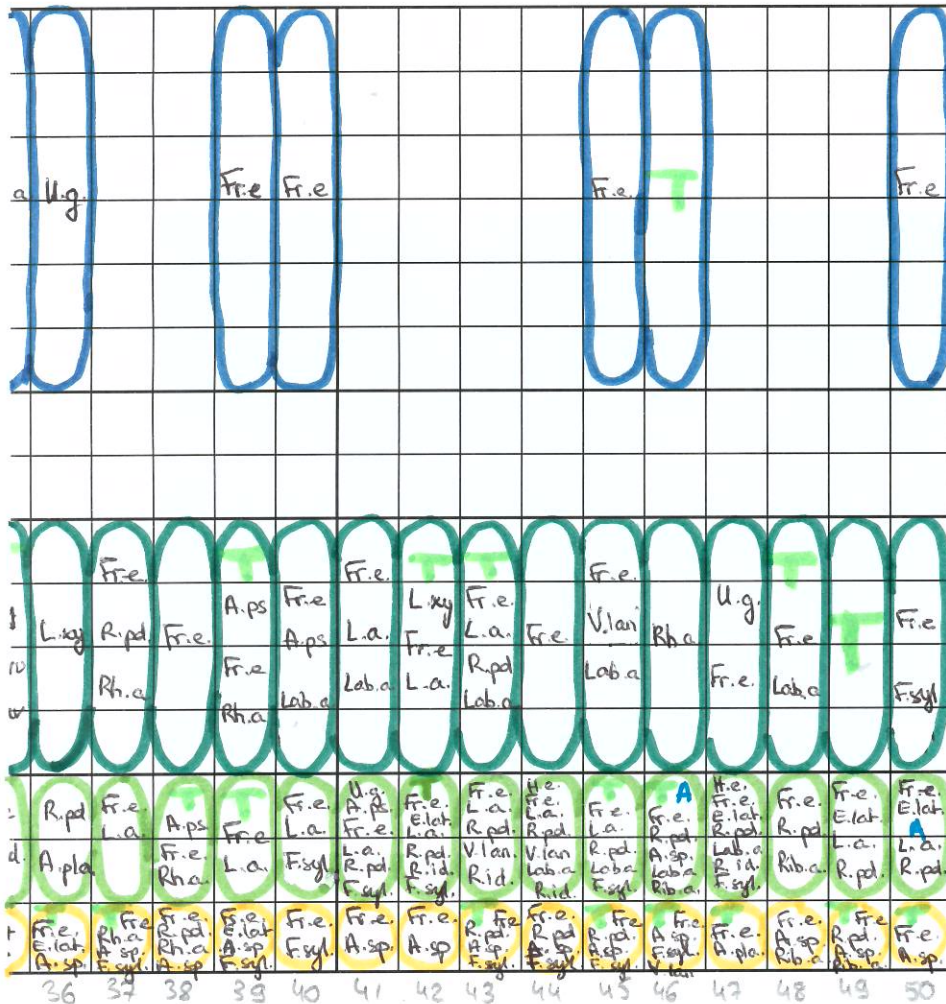
Bryophytiques :

- All. *Ctenidion mollusci* Stefureac - Ass. *Tortella-Ctenidietum mollusci* (Gams) Stodiek
- All. *Dicrano scopari* - *Hypnion filiformis* Barckman
- All. *Frullanion dilatatae* Leconte - Ass. *Orthotrichetum striati* Gams
- All. *Neckerion complanatae* Smarda & Hadac S-All. *Neckerion complanatae-besseri* Marstaller

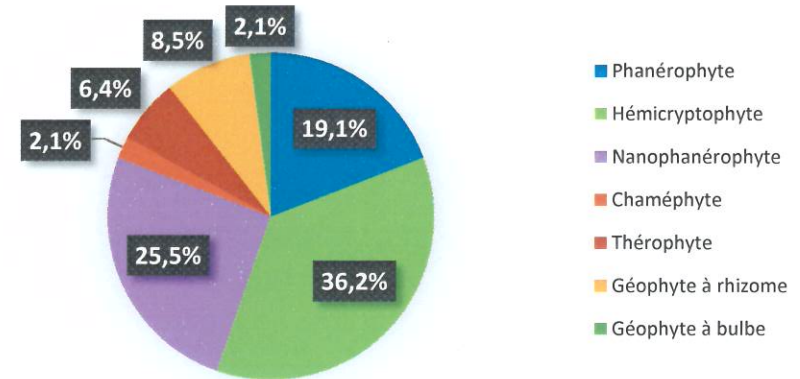
Herbacés :

- All. *Trifolion medii* Müller
- All. *Adenostylin alliairiae* Br.-Bl.
- All. *Arabidion alpinae* Béguin

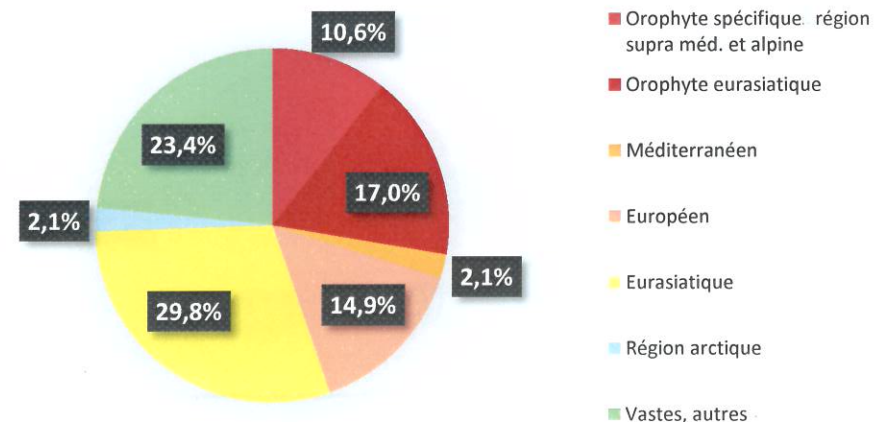
Position sur le versant	Mi-versant
Exposition	N
Altitude (m)	1281
Pente (°)	50
Densité <i>T. Platyphyllos</i> (individu(s)/ha)	4220
Diversité spécifique du relevé	47



Types biologiques



Types chorologiques / Biogéographie

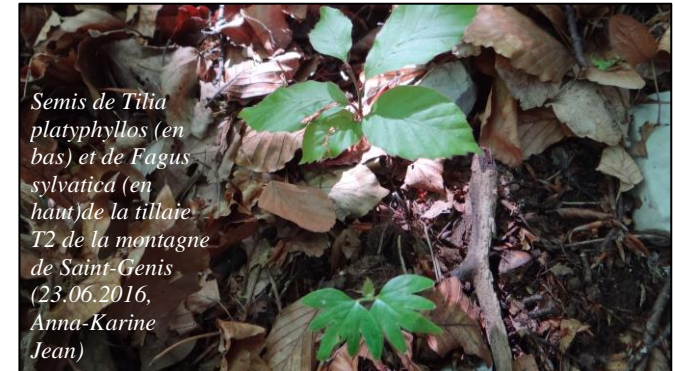


Montagne de Saint Genis de l'Aup : 01 – T2 – Tr1

Forêt très claire, en mi-versant, exposition Nord-Nord-Est, dans un talweg d'éboulis de gros blocs et blocs calcaires non stabilisés, Erablière tillaie d'Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*) et Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*), à Frêne commun *Fraxinus excelsior*.



Rejets au pied d'un *Tilia platyphyllos* de la tillaie T2 de la montagne de Saint-Genis (23.06.2016, Anna-Karine Jean)



Semis de *Tilia platyphyllos* (en bas) et de *Fagus sylvatica* (en haut) de la tillaie T2 de la montagne de Saint-Genis (23.06.2016, Anna-Karine Jean)



Figure 7 : Photographie de troncs de tilleuls à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) de la tillaie T2 de la montagne de Saint Genis de l'Aup (23.06.2016, Anna-Karine Jean)

Montagne de l'Ubac (Ribiers) : 78 – T1 – Tr1

Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), à Buis (*Buxus sempervirens*).

Forêt dense sous couvert d'une fruticée, en mi-versant (contrebas de falaise), exposition Nord (ubac), sur éboulis +/- stabilisés de blocs et cailloux calcaires.

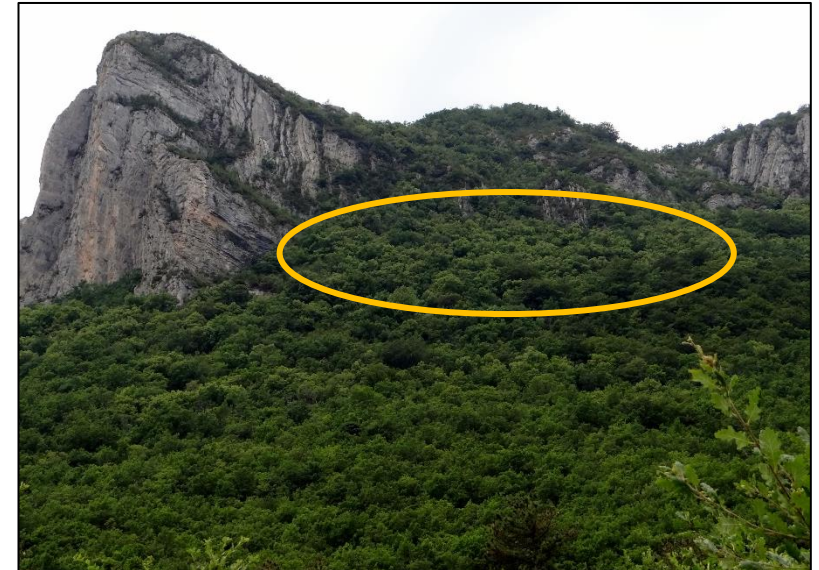


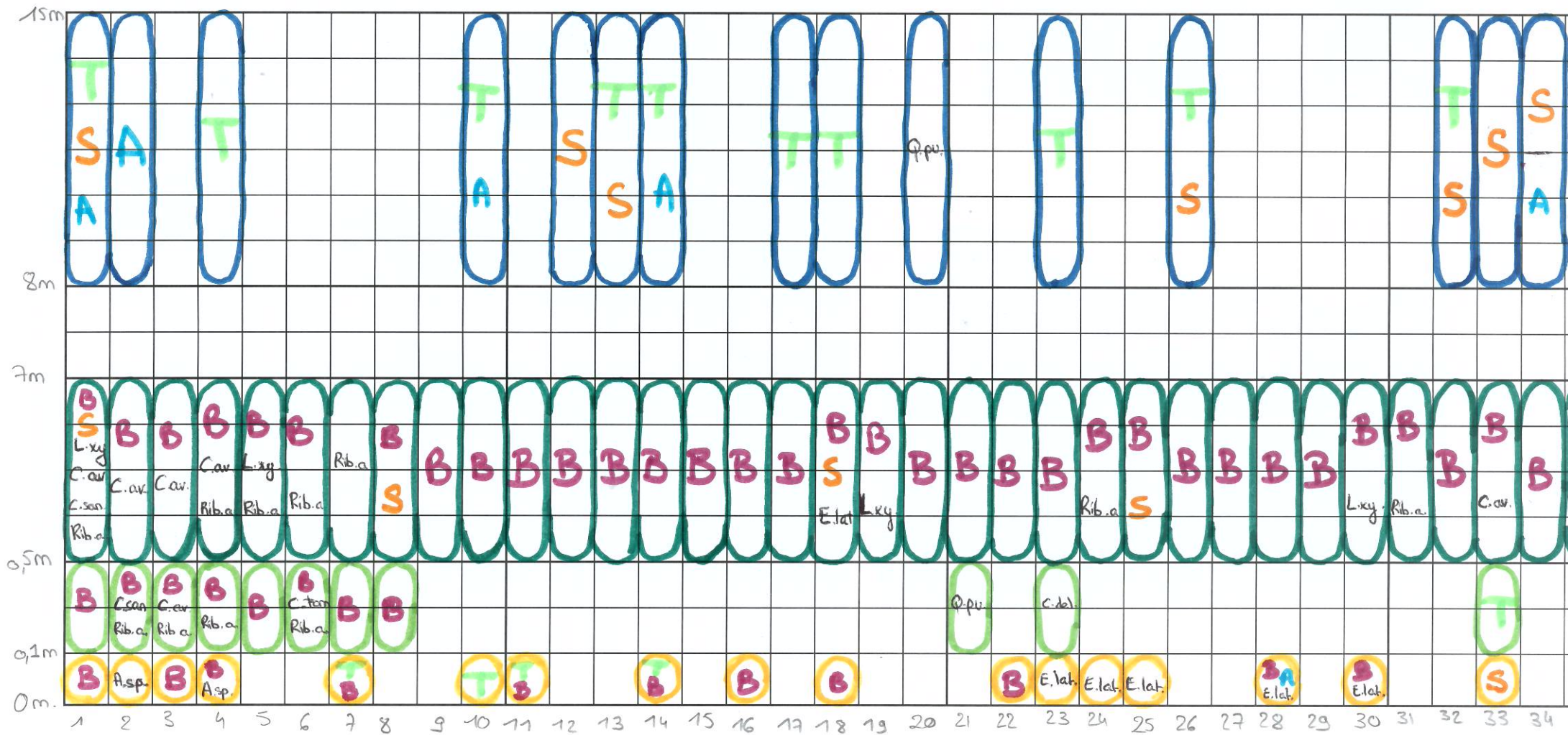
Figure 10 : Photographie de la Montagne de l'Ubac et indication de la tillaie (11.07.2016, Anna-Karine Jean)

Espèces dominantes :

- Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos* Scop.)
- Erable à feuilles d'obier (*Acer opalus* Mill. subsp. *opalus*)
- Alisier blanc (*Sorbus aria* (L.) Crantz)
- Buis (*Buxus sempervirens* L.)
- Noisetier (*Corylus avellana* L.)

Espèces compagnes :

- Camérisier à balais (*Lonicera xylosteum* L.)
- Groseillier des Alpes (*Ribes alpinum* L.)
- Lierre grimpant (*Hedera helix* L.)



LEGENDE SCHEMA TRANSECT

Abies alba : Ab. a

Acer campestre : A. cam

Acer platanoides : A. pla

Acer pseudoplatanus : A. ps

Acer sp. : A. sp (semis seulement)

Amelanchier ovalis : Amel

Berberis vulgaris : B. vu

Cornus mas : C. mas

Cornus sanguinea : C. san

Corylus avellana : C. av

Cotinus coggigria : C. cog

Cotoneaster delphinensis : C. del

Cotoneaster integerimus : C. int

Cotoneaster intermedius : C. itm

Cotoneaster nebrodensis : C. neb

Cotoneaster tomentosus : C. tom

Crataegus monogyna : Cra. m

Cytisophyllum sessilifolium : Cyt. s

Euonymus europaeus : E. eur

Euonymus latifolius : E. lat

Fagus sylvatica : F. syl

Fraxinus excelsior : Fr. e

Genista cinerea : G. cin

Hippocrepis emerus : H. e

Juniperus communis : J. co

Laburnum alpina : Lab. a

Lavendula angustifolia : Lav. a

Lonicera alpigena : L. a

Lonicera xylosteum : L. xy

Pinus sylvatica : Pin. S

Populus tremula : P. tre

Prunus mahaleb : P. mah

Prunus spinosa : P. spi

Quercus pubescens : Q. pu

Rhamnus alpina : Rh. a

Rhamnus cathartica : Rh. c

Ribes alpinum : Rib. a

Ribes uvacrispa : Rib. u

Rosa canina : R. ca

Rosa ferruginea : R. fer

Rosa pendulina : R. pd

Rosa sp. : Rosa

Rosa spinosissima : R. spi

Rubus idaeus : R. id

Sorbus aucuparia : S. auc

Ulmus glabra : U. g

Viburnum lantana : V. lan

Annexe 8 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES TILLAIES

N° site	Nom Site	Nom relevé	N° Transect	N° GPS du relevé	Description complète et nom de l'habitat	Physionomie dominante	Prodrome / Syntaxon
07	Montagne d'Arambre	07 - T1	07 - T1 - Tr1	237 LG	Forêt dense sous couvert d'une fruticée en pied de falaise, exposition Nord-Nord-Est, sur éboulis de blocs calcaires stabilisés avec un lit de gravillons et cailloux non stables, Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) à Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>), sous-couvert d'une buxaie de Buis (<i>Buxus sempervirens</i>)	Forêt dense sous couvert d'une fruticée	Tilion platyphyllyi
25	Montagne de Chamouse	25 - T1	25 - T1 - Tr1	287 LG	Forêt claire de paroi sous crête, exposition Nord-Nord-Est, sur éboulis calcaire léger et stabilisé, Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) à Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>) et Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>), sous-couvert d'une buxaie à Buis (<i>Buxus sempervirens</i>)	Forêt claire sous couvert d'une fruticée	Tilion platyphyllyi
23	Montagne de Chabre	23 - T1	23 - T1 - Tr1	292 LG	Forêt luxuriante et dense sous couvert d'une fruticée, en mi-versant, exposition Nord-Nord-Ouest, sur éboulis grossier calcaire issu de falaise, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) et d'Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>), à Buis (<i>Buxus sempervirens</i>) et Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>)	Forêt luxuriante et dense sous couvert d'une fruticée	Tilion platyphyllyi
73	Rocher de la Fubie	73 - T1	73 - T1 - Tr1	299 LG	Forêt dense entrecoupée d'éboulis, en mi-versant sous vires rocheuses et falaise, exposition Nord (ubac), sur éboulis actif de blocs calcaires et graviers mouvants de surface, Tillaie de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) à Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>)	Forêt entrecoupée d'éboulis +/-	Tilion platyphyllyi
22	Rocher de Beaumont	22 - T2	22 - T2 - Tr1	329 LG	Forêt peu dense, en mi-versant, exposition Est, sur éboulis calcaire grossier à fin, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) et Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>), à Buis (<i>Buxus sempervirens</i>)	Forêt peu dense	Tilion platyphyllyi
01	Montagne Saint-Genis	01 - T1	01 - T1 - Tr1	347 LG	Forêt claire, en mi-versant, exposition Nord, dans un talweg d'éboulis de blocs calcaires colmaté, Frênaie tillaie de Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>) et Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) au sein d'une hêtraie de Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	Forêt claire	Tilion platyphyllyi
01	Montagne Saint-Genis	01 - T2	01 - T2 - Tr1	351 LG	Forêt très claire, en mi-versant, exposition Nord-Nord-Est, dans un talweg d'éboulis de gros blocs et blocs calcaires non stabilisés, Erablière tillaie d'Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>) et Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>), à Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Forêt très claire	Tilion platyphyllyi
22	Rocher de Beaumont	22 - T1	22 - T1 - Tr1	353 LG	Forêt claire, en pied de falaise, exposition Est, sur éboulis de blocs calcaires non stables, Erablière tillaie d'Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>) et Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>), à Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Forêt claire	Tilion platyphyllyi
23	Montagne de Chabre	23 - T2	23 - T2 - Tr1	365 LG	Forêt claire, en haut de versant sous crête, exposition Nord, sur paroi rocheuse calcaire disloquée en gradin, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) et Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>), à Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	Forêt claire	Tilion platyphyllyi
78	Montagne de l'Ubac, Pierre Impie	78 - T1	78 - T1 - Tr1	370 LG	Forêt dense sous couvert d'une fruticée, en mi-versant (contrebas de falaise), exposition Nord (ubac), sur éboulis +/- stabilisés de blocs et cailloux calcaires, Tillaie érablière de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) et Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>), à Buis (<i>Buxus sempervirens</i>)	Forêt dense sous couvert d'une fruticée	Tilion platyphyllyi

Nom relevé	Exposition	Altitude (m)	Pente (°)	Position versant	Température sol (°C)	Température air (°C)	Heure mesure	Géologie (selon cartes géologiques du BRGM)	Structure de surface en éléments grossiers
07 - T1	NNE	1082	45	Haut de versant, pied de falaise	7,3	10,0	11h45	Kimméridgien inférieur, Séquanien et Rauracien non séparés	Eboulis non stable de pierres et cailloux, sur terre noire à gravillons
25 - T1	NNE	1379	45	Haut de versant, sous crête	8,3	20,0	12 h 00 et 14 h 30	Eboulis stabilisés et éboulis vifs de Kimméridgien inférieur, Séquanien et Rauracien : alternances calcaires et marneuses	Sol non stable de terre aérée de gravillons, cailloux et pierres, couvert d'un peu de litière
23 - T1	NNO	1072	40	Mi-versant	10,0	17,0	11 h 30	Eboulis stabilisés et /ou Kimméridgien inférieur ; Quaternaire : alluvions récentes (cailloutis, graviers, sables et limons)	Eboulis de blocs +/- stabilisé, colmaté de pierres et de terre, et recouvert d'un humus de litière subdécomposée
73 - T1	N	936	40	Mi-versant, sous vires et falaise	10,2	/	12 h 00	Eboulis stabilisés et éluvions ; sous crête de Tithonique (Portlandien et Kimméridgien supérieur) ou Kimméridgien inférieur	Cailloux de taille variable (5cm à 40cm) et litière de feuilles non décomposées
22 - T2	E	1317	30	Mi-versant	14,0	15,7	12 h 45	Eboulis stabilisés et éluvions ; sous crête de Tithonique (Portlandien et Kimméridgien supérieur) ou Kimméridgien inférieur	Eboulis de blocs et pierres avec quelques rochers affleurants, comblé de peu de cailloux et terre, et recouvert d'un peu de litière et d'humus
01 - T1	N	1281	50	Mi-versant	10,8	16,7	10 h 55	Secondaire - Jurassique - à l'est du Rhône : Jurassique supérieur ; Jurassique supérieur calcaire : Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur ("Séquanien") : Calcaires lités à pâte brune	Eboulis de blocs et pierres, colmaté de cailloux et couvert de litière et humus noir
01 - T2	NNE	1223	45	Mi-versant	15,0	21,5	9 h 30	Jurassique supérieur calcaire : Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur ("Séquanien") : Calcaires lités à pâte brune	Roches affleurantes et éboulis de blocs, colmatés de cailloux et litière de feuilles subdécomposées
22 - T1	E	1401	40	Haut de versant, pied de falaise	14,2	19,8	14 h 30	Eboulis stabilisés et éluvions ; sous crête de Tithonique (Portlandien et Kimméridgien supérieur) ou Kimméridgien inférieur	Eboulis actifs de blocs, colmaté de terre et gravillons majoritairement, et couvert de peu de litière
23 - T2	N	1264	65	Haut de versant, sous crête	15,0	20,2	11 h 15	Quaternaire : alluvions récentes (cailloutis, graviers, sables et limons)	Eboulis actifs non stable de blocs de paroi disloquée avec de gros rochers affleurants +/- stabilisés, colmaté de terre, cailloux, gravillons, et couvert d'une litière non décomposée
78 - T1	N	983	40	Mi-versant, sous falaise	17,8	26,4	12 h 20	Rauracien-Kimméridgien inférieur : calcaires fins et marnes en bancs réguliers	Eboulis peu stable de blocs et pierres, peu colmaté de terre, cailloux et litière de feuilles, brindilles et bois mort

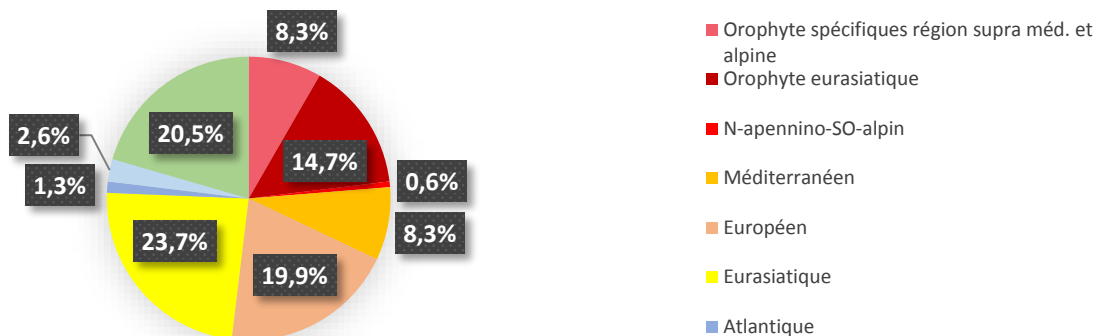
Nom relevé	Rocailles, rochers : 2 à 3 m	Terre (> 0,2 mm)	Gravillons (0,2 mm à 2 cm)	Cailloux (2 cm à 7 cm)	Pierres (7 cm à 20 cm)	Blocs (> 20 cm)	Arborescente (A) [Recouvrement (%) / Hauteur (m) / Diamètre (cm)]			Arbustive (a) [Recouvrement (%) / Hauteur (m)]		Sous-Arbustive (sa) (<50 cm)	Strate herbacée (h)	Strate muscinale
07 - T1	0	20	20	30	30	<5	60	8 à 12	10 à 30	75	0,5 à 6	10	10	30
25 - T1	<5	50	10	10	10	0	40	6 à 9	10 à 40	80	0,5 à 6	<5	70 (en zone ouverte)	50
23 - T1	<5	15	<5	<5	15	60	80	12 à 15	10 à 30	90	0,5 à 7	<5	<5	/
73 - T1	0	<5	<5	20	25	40	50	8 à 11	10 à 25	50	0,5 à 4	10	20	30
22 - T2	10	10	<5	5	20	50	70	8 à 12	10 à 35	60	0,5 à 4	<5	10	30
01 - T1	0	<<5	<<5	10	25	30	80	10 à 17	5 à 40	20	0,5 à 7	25	40	30
01 - T2	10	10	20	40	10	10	70	10 à 15	10 à 40	20	0,5 à 6	10	<5	5 à 10
22 - T1	10	20	20	10	10	30	80	8 à 15	10 à 30	15	0,5 à 6	<5	10	10
23 - T2	60	20	<5	<5	<5	10	65	8 à 15	20 à 50	30	0,5 à 3	10	15	<5
78 - T1	10	10	<5	10	25	40	80	8 à 15	5 à 40	70	0,5 à 7 (8)	<5	<<5	/

Nom relevé	Bois mort	Traces anthropiques	Densité <i>Tilia platyphyllos</i> (individus/m ²)	Densité <i>Tilia platyphyllos</i> (individus/ha)	Moyenne nombre de troncs(s)/ arbre	Nombre d'arbre(s) à 1 tronc	% d'arbre à 1 tronc
07 - T1	Branches mortes sur Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>), Erable à feuilles d'obier (<i>Acer opalus</i>) et Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>) et parfois sur Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>)	Sentier peu marqué	0,072	720	NA	NA	NA
25 - T1	Quelques arbres sénescents (Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>), Nerprun des Alpes (<i>Rhamnus alpina</i>), Peuplier tremble (<i>Populus tremula</i>)) ; branches mortes sur Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>) et Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i>)	Sentier fréquenté pour aller à la forêt de la Tussie et aspect taillé de certains arbres	0,028	280	NA	NA	NA
23 - T1	/	Taille sur les arbres en bord d'éboulis	0,392	3920	NA	NA	NA
73 - T1	Bois mort sur et de Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>) uniquement	Quelques souches de coupe et une piste forestière à proximité	0,3	3000	NA	NA	NA
22 - T2	Bois et branches morts de Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i>), Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i>) et Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>), et quelques troncs de tilleuls à grandes feuilles <i>Tilia platyphyllos</i> en cépée	Emondage de certain Tilleuls à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) en cépée, souche coupée de Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i>) et chemin de plantation que nous avons utilisé comme voie d'accès à la tillaie	0,398	3980	11,1	6	42,9%
01 - T1	Branches, souches, troncs de Hêtre commun (<i>Fagus sylvatica</i>), de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>), de Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>) et de Cytise des Alpes (<i>Laburnum alpinum</i>)	Piste forestière à proximité et coupe d'affouage (taillis même sur Tilleuls à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>))	0,422	4220	6,3	2	16,7%
01 - T2	Bois mort de Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) et de Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>)	2 troncs sciés, piste forestières à proximité et chemin de chasseur et/ou d'animaux pour y accéder	0,728	7280	4,4	2	20,0%
22 - T1	Bois et branches mortes sur toutes les essences arborée et arbustives du transect	"Décharge de falaise" : pneus, carrosserie, sceaux en fer, balle de tennis ; chemin d'accès et coupes d'arbres	0,176	1760	8,9	2	22,2%
23 - T2	Bois et branches mortes sur toutes les essences arborée et arbustives du transect	Aucune sauf le sentier de crête pour accéder à la tillaie en contrebas	0,054	540	5,4	1	9,1%
78 - T1	Bois et branches mortes sur toutes les essences arborée et arbustives du transect	Piste forestière en dessous	0,052	520	5,9	0	0,0%

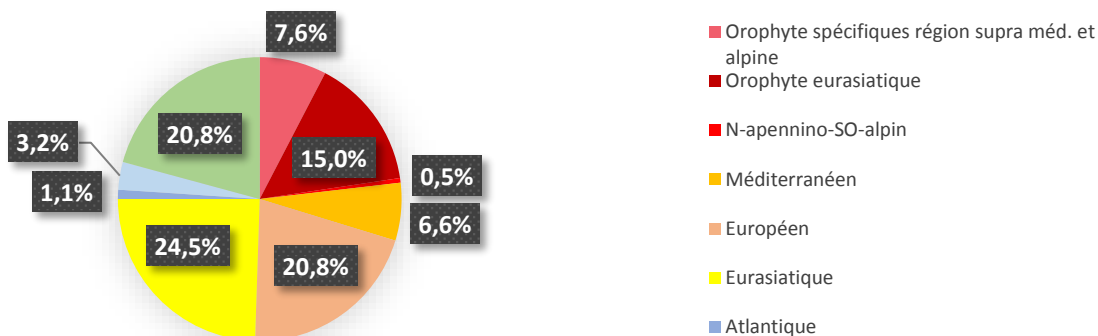
Annexe 9 : DIAGRAMMES DES TRAITS CHOROLOGIQUES, BIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES DE L'ENSEMBLE DES ESPECES DES RELEVES

I. Types chorologiques

Proportions des types chorologiques des espèces présentes dans les tillaies

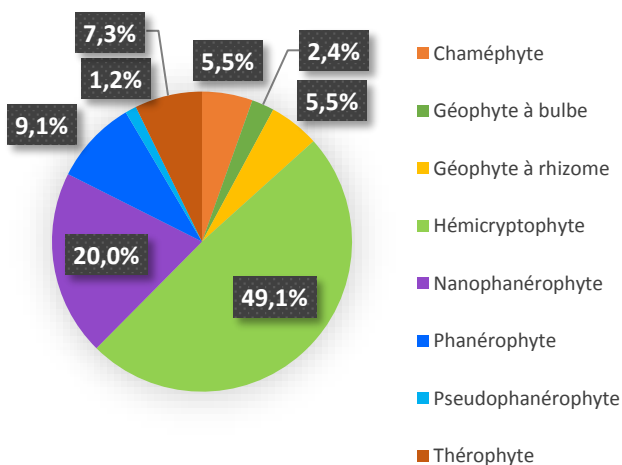


Proportions pondérées des types chorologiques des espèces présentes dans les tillaies

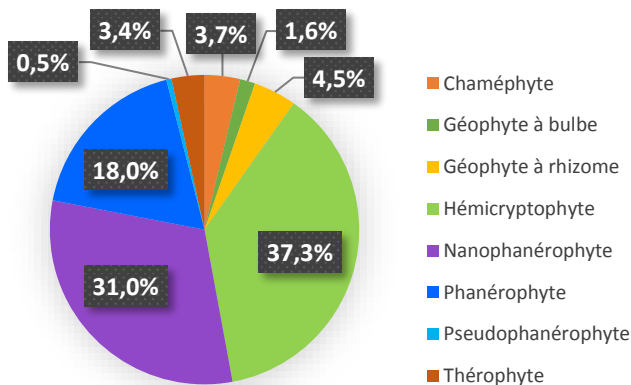


II. Types biologiques

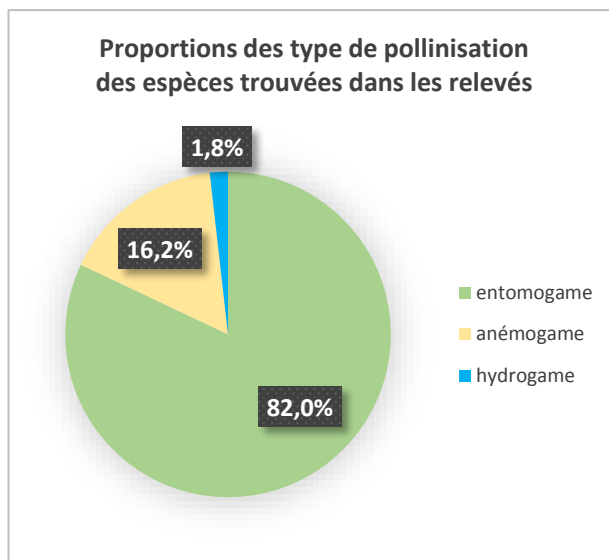
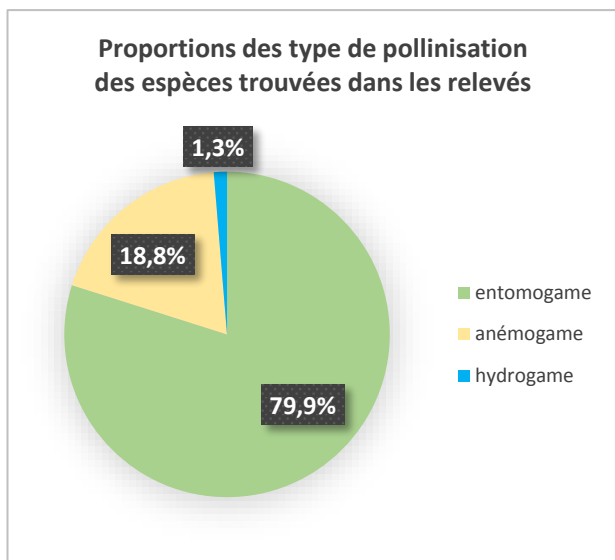
Proportions des types biologiques des espèces rencontrées dans les relevés



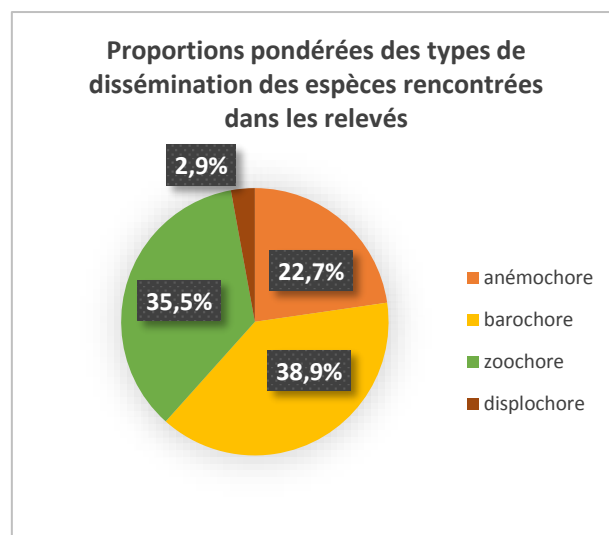
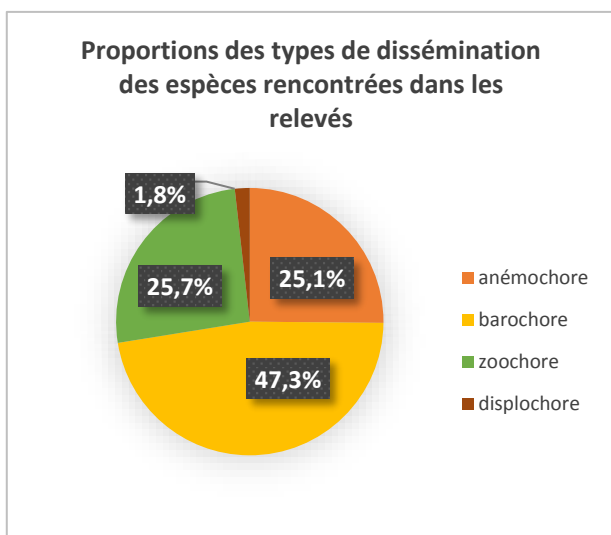
Proportions pondérées des types biologiques des espèces rencontrées dans les relevés



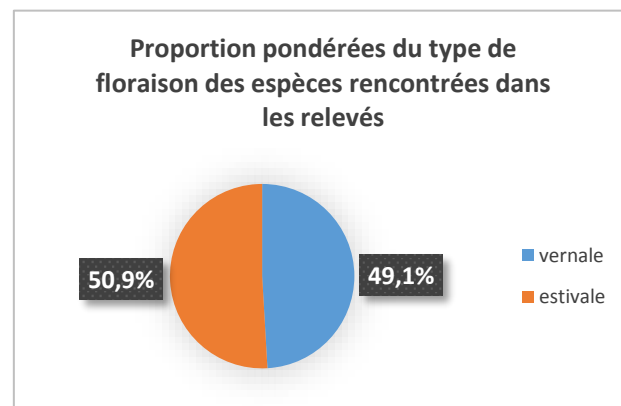
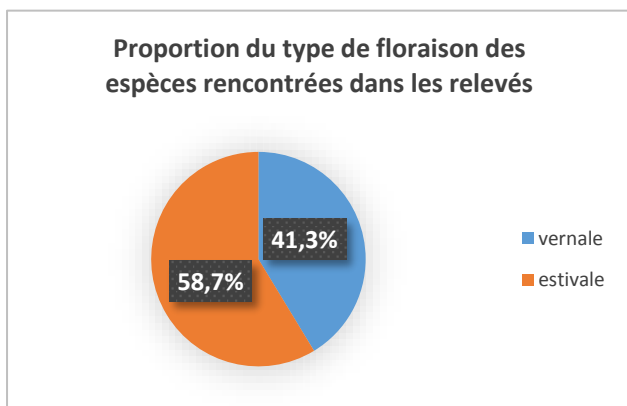
III. Pollinisation



IV. Dissémination



V. Floraison



Annexe 10 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES MESURES BIOMETRIQUES

Nom	n° échantillon	Feuilles				Inflorescences				
		Nombre	Moyenne largeur (cm)	Moyenne longueur (cm)	Moyenne pétiole (cm)	Nombre de bractées	Moyenne longueur (cm)	Moyenne largeur (cm)	Moyenne pétiole (cm)	Moyenne nombre de fleurs
T1 - Montagne de Saint-Genis	01-T1-01	5	6,7	7,6	3,0	0	0	0	0	0
	01-T1-02	5	6,3	7,3	2,9	0	0	0	0	0
	01-T1-03	5	7,1	7,4	3,3	0	0	0	0	0
	01-T1-04	5	6,4	6,3	2,9	0	0	0	0	0
	01-T1-05	5	6,8	7,6	3,5	0	0	0	0	0
	01-T1 moyenne		6,6	7,2	3,1		0	0	0	0
	01-T1 écart-type		1,1	1,2	1		0	0	0	0
T2 - Montagne de Saint-Genis	01-T2-01	5	6,4	7,0	3,0	5	7,2	1,5	0,2	3,2
	01-T2-02	5	8,6	8,0	3,6	0	0	0	0	0
	01-T2-03	5	8,7	9,4	5,2	5	9,3	1,9	0,7	4,2
	01-T2-04	5	8,1	8,1	4,5	0	0	0	0	0
	01-T2-05	5	8,8	8,1	4,4	5	8,0	1,7	0,6	3,2
	01-T2 moyenne	5	8,1	8,1	4,2		8,2	1,7	0,5	3,5
	01-T2 écart-type		1,2	1,5	1,1		1,2	0,2	0,3	1,0
T1 - Montagne d'Arambre	07-T1-01	5	7,6	8,3	4,2	0	0	0	0	0
	07-T1-02	5	7,2	7,5	3,3	0	0	0	0	0
	07-T1-03	5	7,8	8,2	3,5	0	0	0	0	0
	07-T1-04	5	7,3	8,0	2,6	0	0	0	0	0
	07-T1-05	5	8,7	7,4	4,0	0	0	0	0	0
	07-T1 moyenne		7,7	7,9	3,5		0	0	0	0
	07-T1 écart-type		1,2	1,1	0,7		0	0	0	0
T1 - Rocher de Beaumont	22-T1-01	5	7,1	6,8	3,3	5	5,2	1,0	0,2	3,0
	22-T1-02	5	7,0	7,1	3,4	5	6,2	0,9	0,3	4,4
	22-T1-03	5	6,2	6,2	2,9	5	6,2	1,3	0,9	4,2
	22-T1-04	5	7,6	9,0	4,8	0	0	0	0	0
	22-T1-05	5	7,8	8,2	4,0	5	7,5	1,4	1,5	4,4
	22-T1 moyenne		7,1	7,5	3,7		6,3	1,1	0,7	4,0

	22-T1 écart-type		1,1	1,3	0,8		1,3	0,2	0,6	1,2
T2 - Rocher de Beaumont	22-T2-01	5	8,5	8,3	3,4	5	6,4	1,5	0,6	3,4
	22-T2-02	5	5,9	6,0	3,7	0	0	0	0	0
	22-T2-03	5	7,3	7,4	3,3	5	7,7	1,6	0,3	3
	22-T2-04	5	8,9	8,7	4,8	5	3,9	1,0	0,3	2,8
	22-T2-05	5	8,7	8,9	5,2	0	0	0	0	0
	22-T2 moyenne		7,8	7,9	4,1		6,0	1,4	0,4	3,1
	22-T2 écart-type		1,6	1,5	1,1		1,8	0,4	0,2	0,6
T1 - Montagne de Chabre	23-T1-01	5	6,9	7,0	2,8	5	3,8	1,1	0,4	3,2
	23-T1-02	5	6,9	6,0	3,4	5	6,2	1,7	0,4	3,0
	23-T1-03	5	6,9	6,3	2,8	0	0	0	0	0
	23-T1-04	5	9,1	8,8	4,5	0	0	0	0	0
	23-T1-05	5	7,8	7,8	3,7	5	6,6	1,4	0,3	3,0
	23-T1 moyenne		8,7	8,3	4,0		6,2	1,6	0,4	3,5
	23-T1 écart-type									
T2 - Montagne de Chabre	23-T2-01	5	6,4	6,9	2,6	5	6,5	1,6	0,9	3,2
	23-T2-02	5	7,1	6,3	2,7	0	0	0	0	0
	23-T2-03	5	7,8	7,2	3,3	5	6,0	1,3	0,7	3,0
	23-T2-04	5	6,0	5,7	2,8	5	6,8	1,6	0,3	3,8
	23-T2-05	5	7,4	7,5	3,6	5	6,9	1,9	0,7	2,6
	23-T2 moyenne		7,0	6,7	3,0		6,6	1,6	0,6	3,2
	23-T2 écart-type		1,2	1,3	0,8		0,9	0,3	0,4	0,8
T1 - Montagne de Chamouse	25-T1-01	5	5,8	4,6	1,7	5	3,3	1,1	0,4	3,0
	25-T1-02	5	5,9	5,6	2,4	5	2,1	0,5	0,4	3,2
	25-T1-03	5	7,8	7,9	4,1	5	3,6	0,8	0,2	1,8
	25-T1-04	5	6,7	7,2	2,7	0	0	0	0	0
	25-T1-05	5	8,3	7,9	2,7	5	2,7	0,5	0,3	2,2
	25-T1 moyenne		6,5	6,3	2,4		2,7	0,6	0,3	2,9
	25-T1 écart-type		1,2	1,4	0,5		0,6	0,3	0,1	0,7
T1 - Rocher de la Fubie (Trescléoux)	73-T1-01	5	8,0	8,1	3,7	5	5,8	1,5	0,4	3,8
	73-T1-02	5	7,3	7,2	3,7	5	5,0	1,1	0,3	3,4
	73-T1-03	5	6,3	6,3	3,9	5	5,0	1,2	0,3	2,6
	73-T1-04	5	6,2	7,5	3,0	5	7,0	1,4	0,4	3,0
	73-T1-05	5	7,0	8,6	4,1	5	5,1	1,2	0,6	2,8
	73-T1 moyenne		7,0	7,6	3,7		5,6	1,3	0,4	3,1
	73-T1 écart-type		1,2	1,1	0,6		1,2	0,2	0,1	0,9

T1 - Montagne de l'Ubac (Ribiers)	78-T1-01	5	7,0	6,7	3,0	5	5,1	1,2	0,5	3
	78-T1-02	5	7,6	7,1	3,6	5,0	6,0	1,5	0,4	2,2
	78-T1-03	5	7,2	6,7	3,0	5,0	6,3	1,6	0,9	2,2
	78-T1-04	5	8,7	9,6	4,4	0	0	0	0	0
	78-T1-05	5	7,1	7,6	4,3	0	0	0	0	0
	78-T1 moyenne		7,5	7,6	3,7		5,8	1,4	0,6	2,5
	78-T1 écart-type		0,9	1,2	0,7		0,7	0,2	0,3	0,9