



**HAL**  
open science

# Etude pour la conservation des ressources génétiques d'ormes indigènes en France

Tom Marouzé

► **To cite this version:**

Tom Marouzé. Etude pour la conservation des ressources génétiques d'ormes indigènes en France. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. hal-03319292

**HAL Id: hal-03319292**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03319292v1>**

Submitted on 12 Aug 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**

Unité EFNO  
Domaine des Barres  
45290 Nogent-sur-Vernisson



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ALIMENTATION

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# RAPPORT DE STAGE

Du 12 avril au 18 juin 2021



**Etude pour la conservation  
des ressources génétiques  
d'ormes indigènes en  
France.**

**TOM MAROUZE**

Département génie biologie option génie de l'environnement

2020/2021

IUT de Saint-Etienne

**Tuteur :** Jean-Luc MANENTI

**Maitre de stage :** Aurore DESGROUX (responsable d'équipe

GeeDAAF dans l'UR EFNO)



UNIVERSITÉ  
JEAN MONNET  
SAINT-ÉTIENNE



INSTITUT  
UNIVERSITAIRE DE  
TECHNOLOGIE  
SAINT-ÉTIENNE



GBge  
IUT SAINT-ÉTIENNE



## Remerciements

En premier lieu, je souhaiterais remercier ma maîtresse de stage, Aurore Desgroux pour m'avoir accueilli dans l'équipe GeeDAAF, m'avoir accompagné sur toute la durée de mon stage et avoir pris le temps de me donner de nombreux conseils pour améliorer mes travaux.

Merci également à Cécile Joyeau (Assistante ingénieure sur les matériels forestiers de reproduction et la conservation des ressources génétiques forestières), qui m'a permis de l'accompagner plusieurs fois sur le terrain pour les récoltes de [samares\\*](#).

Merci également à tous ceux qui ont partagé leurs connaissances avec moi notamment Léo David, technicien de recherche avec qui j'ai fait mes prélèvements sur le conservatoire, Guilhem Parmain (ingénieur d'étude en entomologie) pour m'avoir expliqué le fonctionnement du microscope électronique et Adélie Chevalier (technicienne de recherche en botanique et suivi expérimental) pour ses connaissances botaniques.

Je remercie également M. Jean-Luc Manenti, mon tuteur de stage et professeur à l'IUT de Saint-Etienne pour avoir été à l'écoute de mes questions tout au long de mon stage.

Merci au Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation pour avoir financé mon stage.

Enfin, un grand merci à tout le personnel de l'unité EFNO pour leur convivialité et leur bienveillance qui ont contribué d'une manière ou d'une autre au bon déroulement de mon stage.

## Table des matières

### **Etude pour la conservation des ressources génétiques d'ormes indigènes en France.**

Remerciements.....	
Table des matières.....	
Liste des abréviations.....	
<b>Introduction :</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Contexte du stage</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Structure d'accueil</b> .....	<b>3</b>
1.1. INRAE .....	3
1.2. L'équipe GeeDAAF .....	4
<b>2. Préserver le patrimoine génétique</b> .....	<b>5</b>
2.1. La diversité génétique, clé de la pérennité .....	5
2.2. Méthodes de conservation en France.....	7
2.2.1. La conservation dynamique <i>in-situ</i> .....	7
2.2.2. La conservation <i>ex-situ</i> .....	8
2.2.3. La conservation dynamique <i>ex-situ</i> .....	10
2.3. Les programmes de conservation .....	10
<b>3. Menaces pour le patrimoine génétique des ormes indigènes</b> .....	<b>12</b>
3.1. Espèces d'ormes indigènes en France.....	12
3.2. Disparition de son habitat.....	14
3.3. La graphiose .....	15
3.4. Changement climatique.....	17
<b>II. Recherche de critères discriminants entre les espèces d'ormes indigènes</b> .....	<b>18</b>
<b>1. Contexte et problématique</b> .....	<b>18</b>
<b>2. Matériels et méthodes</b> .....	<b>19</b>
2.1. Matériels.....	19
2.1.1. Le conservatoire du Talonet .....	19
2.2. Méthodes .....	20
2.2.1. Echantillonnage .....	20
2.2.2. Observation.....	21
<b>3. Résultats et discussions</b> .....	<b>23</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>28</b>

Bibliographie .....	
Glossaire.....	
Index des tableaux et figures.....	
Table des annexes.....	
Résumé .....	

## Liste des abréviations

<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>CRGF</b>	Commission Ressources Génétiques Forestières
<b>DUT</b>	Diplôme Universitaire de Technologie
<b>EFNO</b>	Ecosystèmes Forestier Nogent-sur-Vernisson
<b>G</b>	<i>U. glabra</i> , orme de montagne
<b>GeeDAAF</b>	Groupe d'études et d'expertise sur la Diversité Adaptative des Arbres Forestiers
<b>INRA</b>	Institut National de la Recherche Agronomique
<b>INRAE</b>	Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement
<b>IRSTEA</b>	Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
<b>L</b>	<i>U. laevis</i> , orme lisse
<b>M</b>	<i>U. minor</i> , orme champêtre
<b>pH</b>	Potentiel Hydrique
<b>RGF</b>	Ressources Génétiques Forestières
<b>RN</b>	Réserve Naturelle
<b>UC</b>	Unité Conservatoire
<b>UE</b>	Union Européenne
<b>UR</b>	Unité Recherche

## Introduction :

Les forêts constituent une ressource naturelle précieuse. Elles présentent un grand intérêt écologique : elles purifient l'air, l'eau, régulent le climat, stockent le carbone et abritent un nombre considérable de biotopes différents ce qui fait d'elle un grand réservoir de biodiversité pour le monde du vivant. De plus, la forêt représente un enjeu socio-économique non négligeable, le secteur forestier apportant un nombre d'emplois et de revenus important (en 2017, 425 000 emplois directs et indirects étaient liés au domaine forestier en France (Fremont et Renault, s. d.)). De plus, le bois est largement utilisé comme combustible et matériel de construction ce qui en fait une ressource précieuse. Enfin, les forêts constituent un attrait culturel et touristique. Elles permettent de pratiquer certaines activités en plein air telles que le vélo, le camping, la randonnée...

Cependant, les forêts sont menacées par les activités humaines qui gagnent peu à peu du terrain sur les espaces forestiers, le changement climatique dont les effets commencent à être visibles sur les forêts et par des épidémies causées par des organismes d'origine bactérienne, animale ou [fongique\\*](#). Si l'arbre ne possède pas de moyens efficaces pour lutter contre les maladies et que ces dernières se propagent rapidement cela peut nuire gravement à la biodiversité et avoir un réel impact sur l'ensemble de l'écosystème.

Les Ormes (*Ulmus* spp) sont la cible de coléoptères appartenant au groupe des scolytes, vecteurs d'une maladie causée par un champignon, *Ophiostoma ulmi* en 1920 puis *Ophiostoma novo-ulmi* en 1970. Cette maladie, d'origine fongique est appelée la graphiose de l'Orme et trouve son origine dans les années 1920 aux Pays-Bas puis s'est rapidement étendue au monde entier menaçant alors les populations d'ormes mondiales.

Lorsqu'une espèce subit des menaces importantes, il y a un risque de diminution de sa diversité génétique et donc d'une partie de sa capacité d'adaptation ce qui la rend plus vulnérables aux agressions futures. L'orme, selon l'espèce, est menacé soit par la graphiose (*Ulmus minor*) soit par la disparition progressive de son habitat (ripisylves) (*Ulmus laevis*). Il y a nécessité de préserver la diversité des ressources génétiques existantes avant leur disparition. Pour cela deux stratégies de conservation ont été mises en place : la conservation *ex-situ* et la conservation *in-situ*.

L'équipe GeeDAAF (Groupe d'études et d'expertise sur la Diversité Adaptative des Arbres Forestiers) ayant pour objectif de conserver, évaluer et valoriser la diversité génétique des arbres forestiers travaille sur la conservation des ressources génétiques des ormes indigènes en France. Pour cela, elle dispose notamment d'un conservatoire *ex-situ* d'ormes (Conservatoire de Talonet). Elle suit également deux Unités Conservatoires (UC) *in-situ* d'orme lisse (UC du Val d'Allier et du Ramier de Bigorre) et une UC *in-situ* d'orme de montagne (UC de St Pé de Bigorre).

Souhaitant préserver la biodiversité et voulant travailler dans le domaine forestier, c'est donc dans les locaux de l'UR EFNO du centre INRAE Val de Loire (Nogent-sur-Vernisson, 45), au sein de l'équipe GeeDAAF que j'ai réalisé mon stage de dix semaines de fin de DUT. Mon stage ayant pour objectif l'étude pour la conservation des ressources génétiques d'ormes indigènes en France. Mes missions lors de ce stage s'articulent autour de deux axes principaux : l'appui à la gestion du conservatoire et l'étude bibliographique préliminaire sur la régénération de l'orme lisse en milieu naturel.

Dans une première partie, l'entreprise et l'équipe dans laquelle j'effectue mon stage seront décrites ainsi que le contexte de protection et de conservation des ressources génétiques des ormes indigènes. De nombreuses tâches m'ont été confiées lors de mon stage (une étude bibliographique sur la régénération de l'orme lisse en milieu naturel, la mise à jour des données du conservatoire Talonet, rédaction d'une description du genre *Ulmus* pour le site de la CRGF, récolte de [samares\\*](#) sur le terrain, étiquetage...) et j'ai choisi dans une deuxième partie de développer l'une d'entre elle : La recherche de critères discriminants entre les espèces d'ormes indigènes. Mon travail a donc consisté à répondre à la problématique suivante : **Quels critères morphologiques des feuilles et des bourgeons permettent de discriminer de façon fiable les différentes espèces d'ormes indigènes en milieu naturel ?**

# I. Contexte du stage

## 1. Structure d'accueil

### 1.1. INRAE

INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement) est la résultante de la fusion entre l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) et de IRSTEA (Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture) qui a eu lieu le 1er janvier 2020.

Il s'agit du premier organisme de recherche scientifique français spécialisé sur les domaines de l'alimentation, l'agriculture et l'environnement. Ce dernier a pour ambition d'élargir, de mobiliser et de transmettre des connaissances, des technologies et des savoir-faire dans les domaines agricoles, alimentaires et de préservation de l'environnement. Pour cela INRAE fournit un appui décisionnel aux politiques publiques et travaille en partenariat avec de nombreux professionnels du monde de l'environnement.

Actuellement, INRAE dispose de 19 centres de recherches en France dont la répartition est présentée sur la figure 1.



Figure 1 : Répartition des centres de recherche INRAE sur le territoire Français – INRAE.fr

En tout, le personnel de INRAE s'élève à près de 12 000 agents répartis sur 268 unités de recherches (« Nous connaître » s. d.). Ces dernières sont composées de chercheurs, d'ingénieurs et de techniciens.

## 1.2. L'équipe GeeDAAF

L'unité de recherche (UR) EFNO (Ecosystèmes Forestiers de Nogent-sur-Vernisson), unité du centre de recherche INRAE Val de Loire (numéro 18 sur la figure 1) est une équipe composée de 32 personnels permanents et d'une vingtaine de non-permanents (« Intranet INRAE Val de Loire - Unité de recherche écosystèmes forestiers » s. d.). Cette unité se trouve sur le domaine des Barres, aux côtés de l'Arboretum des Barres qui est l'un des plus grands arboretum d'Europe. Les recherches de l'unité EFNO portent sur la thématique d'une gestion durable des écosystèmes forestiers afin de proposer des modes de gestion adaptés aux situations locales. L'UR EFNO est elle-même composée de quatre équipes parmi lesquelles se trouve l'équipe GeeDAAF (Groupe d'études et d'expertise sur la Diversité Adaptative des Arbres Forestiers). Les missions de cette équipe visent à évaluer, conserver et valoriser la diversité génétique des arbres forestiers dans un contexte de changement climatique où les populations d'arbres forestiers sont mises à l'épreuve.

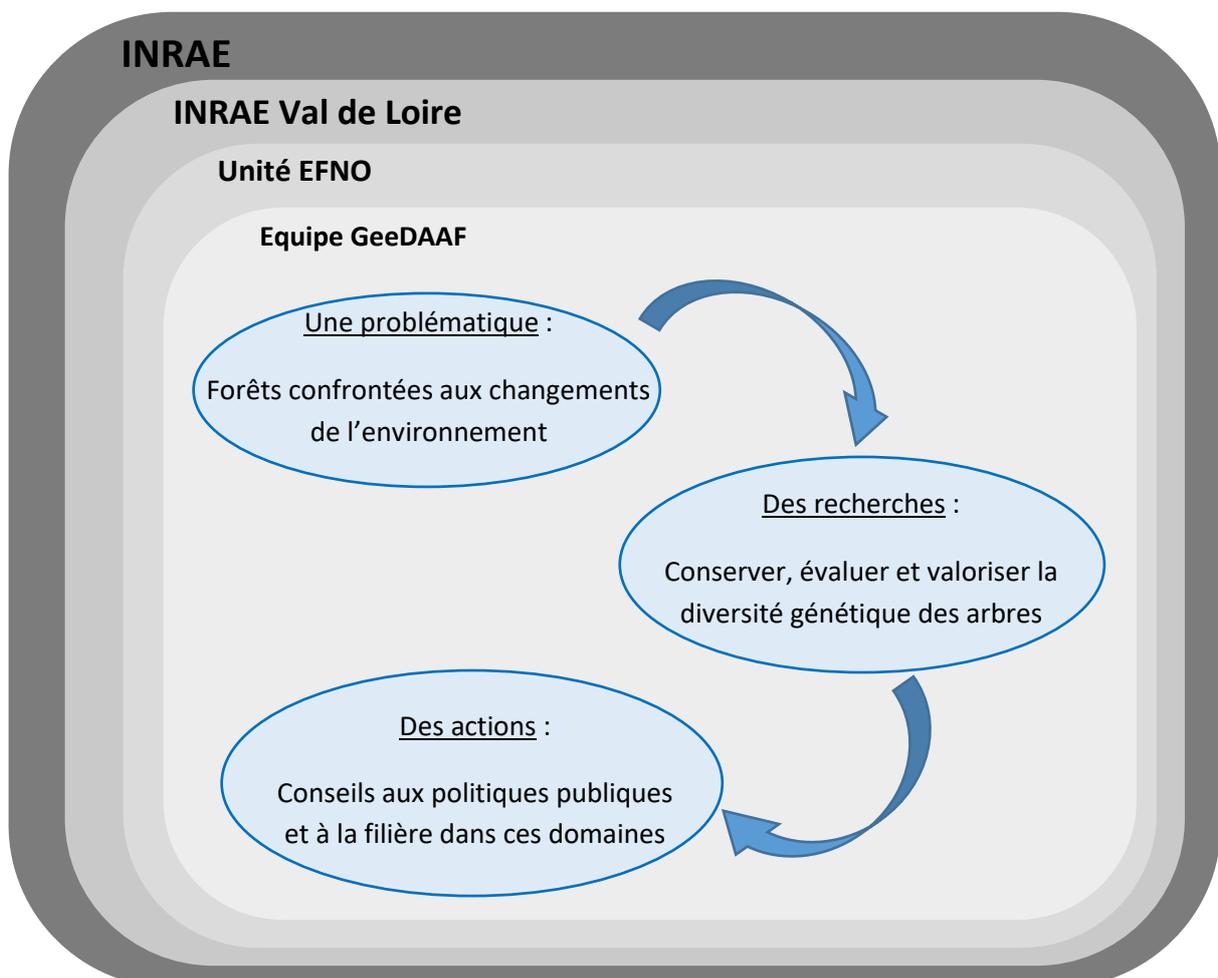


Figure 2 : Hiérarchie au sein de l'INRAE et rôle de l'équipe GeeDAAF

## 2. Préserver le patrimoine génétique

### 2.1. La diversité génétique, clé de la pérennité

La diversité génétique est un aspect majeur de la biodiversité planétaire. Elle représente le degré de différence des gènes, donc de l'ADN entre les individus. Chaque individu, s'il est issu d'une reproduction sexuée, est unique au niveau de son ADN et ce, même vis-à-vis de ses frères et sœurs du fait du brassage inter et intra chromosomique qui a lieu lors de la méiose propre à la reproduction sexuée. Ces variations peuvent être visible (donc mesurable, figure 3) ou invisible. Dans ce deuxième cas, elles sont détectables uniquement avec des marqueurs génétiques. Aussi infimes que peuvent être ces variations, elles se combinent et peuvent donner des individus très différents génétiquement, et morphologiquement au sein d'une même espèce.



Figure 3 : Variation de forme de feuilles chez *Populus nigra* - Villar Marc/INRAE

Il existe trois niveaux de diversité génétique :



La diversité interspécifique, qui représente la variété des gènes entre deux espèces différentes.



La diversité intra-spécifique entre des populations différentes d'une même espèce.



La diversité intra-spécifique entre des individus d'une même espèce et de la même population.

Cette diversité génétique a pour moteur tout matériel d'origine organique ayant la capacité de transmettre de l'ADN à des descendants. Chez les arbres, il peut s'agir de graines, de pollens, de boutures... Dans le cas d'une reproduction végétative, comme lors d'une bouture, l'ADN sera inchangé entre le clone et le parent mais cela assure que les gènes du parent ne soient pas perdus si ce dernier vient à mourir. C'est une manière de sauvegarder ses gènes.

La diversité génétique est source de ressources génétiques. Pour les arbres, on parle de RGF (Ressources Génétique Forestière). Ces ressources permettent aux espèces, par l'intermédiaire de la sélection naturelle de s'adapter et donc de résister aux différentes agressions qu'elles peuvent subir. L'individu qui possède un gène qui lui confère une résistance à une maladie pourra d'avantage survivre et se reproduire et ainsi transmettre ce gène à sa descendance qui fera de même. En quelques générations, la population aura alors développé une résistance à la maladie et sera sauvée, au moins jusqu'à l'apparition d'une nouvelle menace. Il y a donc nécessité de conserver les RGF non seulement pour répondre aux besoins actuels tels que les particularités esthétiques, pour l'ornementation, la résistance à certaines maladies ou aux contraintes de sol pour le reboisement... mais aussi répondre aux besoins futurs comme ceux qui seront une conséquence directe du changement climatique ou des maladies émergentes. Les gènes de résistance à ces futures contraintes sont peut-être déjà présents chez certains individus mais n'ont pas encore été mis en évidence, d'où l'intérêt de préserver les RGF.

## 2.2. Méthodes de conservation en France

Du fait des activités humaines, des épidémies et du changement climatique, les RGF de certaines espèces indigènes sont menacées. Selon les cas, différentes méthodes de conservation sont mises en place afin de les protéger et de les conserver. En France, cette conservation est organisée par la CRGF (Commission des Ressources Génétiques Forestières), organisation créée en 1991 qui rassemble des membres issus de milieux complémentaires et qui conseille le ministère de l'agriculture sur les priorités concernant le programme national de la conservation des RGF (« CRGF La CRGF » s. d.).

### 2.2.1. La conservation dynamique *in-situ*

La conservation *in-situ* est dite dynamique. Elle favorise la sélection naturelle et la reproduction sexuée. Elle a pour principe de suivre Darwin en préservant la capacité d'adaptation d'une espèce à son environnement (É. Collin 2001). L'utilisation de cette méthode est possible si l'on dispose d'un grand nombre d'arbres en âge de fleurir. La sélection naturelle conservera les semis les plus résistants. Dans cette approche, il est impératif de favoriser la fructification et la floraison des arbres pour faciliter les échanges de pollen et donc la reproduction sexuée. La population de départ se doit donc d'être fortement diversifiée au départ pour limiter la consanguinité ce qui demande un grand nombre de reproducteurs.

Ici, peu importe que les arbres meurent s'ils se reproduisent et donc assurent la transmission de leur diversité génétique.

En France, la conservation dynamique *in-situ* de 10 espèces est répartie sur 102 unités conservatoires (UC) (figure 4). Cette méthode est particulièrement bien adaptée pour *Ulmus laevis* car ce dernier est davantage impacté par la destruction de son habitat (ripisylves) que par la graphiose. Le conserver dans son habitat est donc possible si cet habitat n'est pas menacé. Pour *Ulmus glabra* qui est fortement impacté par la graphiose et qui ne [drageonne\\*](#) pas, cette méthode est plus dure à mettre en place.

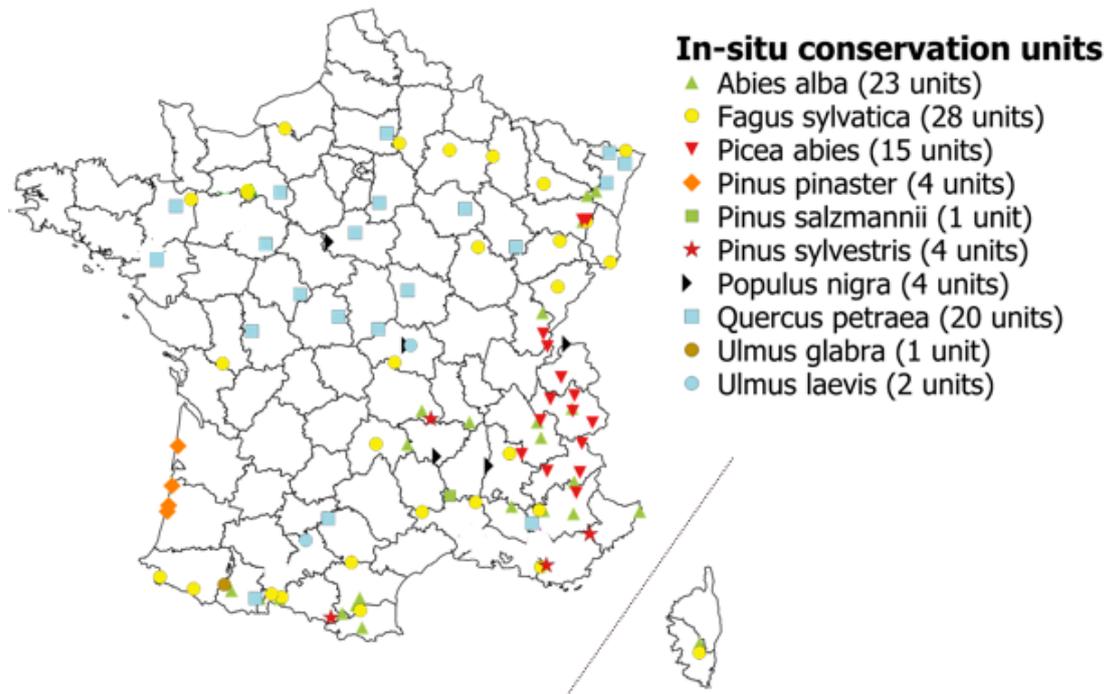


Figure 4 : Répartition des UC *in-situ* en France - © UR EFNO 2020

### 2.2.2. La conservation *ex-situ*

La conservation *ex-situ*, consiste, à la manière de Noé, à récupérer le patrimoine génétique des vieux arbres ou des arbres malades avant qu'ils ne disparaissent (É. Collin et al. 2017). C'est une conservation statique, il n'y a alors pas de reproduction sexuée. Les ressources génétiques ainsi récupérées sont protégées sous la forme de vergers conservatoires ou de haies basses (pour limiter les attaques des insectes). Il est également possible de placer des méristèmes en cryoconservation dans l'azote liquide. Les individus conservés de cette manière sont tous des clones issus de différents parents et ne sont pas soumis à la sélection naturelle puisque ces derniers sont entretenus artificiellement. Ces différentes méthodes de conservation présentent chacune des avantages et inconvénients, lesquels sont présentés dans le tableau 1 et sont donc utilisés dans différents scénarii.

Cette méthode de conservation est privilégiée lorsque ces ressources génétiques sont fortement menacées et que le maintien de la population est difficile. Cela peut être le cas lors d'une épidémie particulièrement létale et virulente, d'une destruction d'habitat importante ou lorsque l'espèce est en voie de disparition.

Cependant, cette méthode étant contraignante et coûteuse, le nombre de clones conservés de cette manière est limité. C'est pour cela que son utilisation est souvent restreinte à une collection noyau, c'est-à-dire au cœur de la collection constituée des individus représentant au mieux la

diversité génétique de la collection complète. Ainsi, on conserve une grande diversité génétique avec un petit nombre de clones originaires de différentes régions.

En France, les collections noyau de six espèces sont réparties dans trois centres (figure 5) de conservation *ex-situ* pour un total de 1648 clones. Une copie partielle de la collection nationale d'ormes indigènes est conservé sur le site de Nogent-sur-Vernisson complémentée avec 181 clones issus de diverses collections européennes.

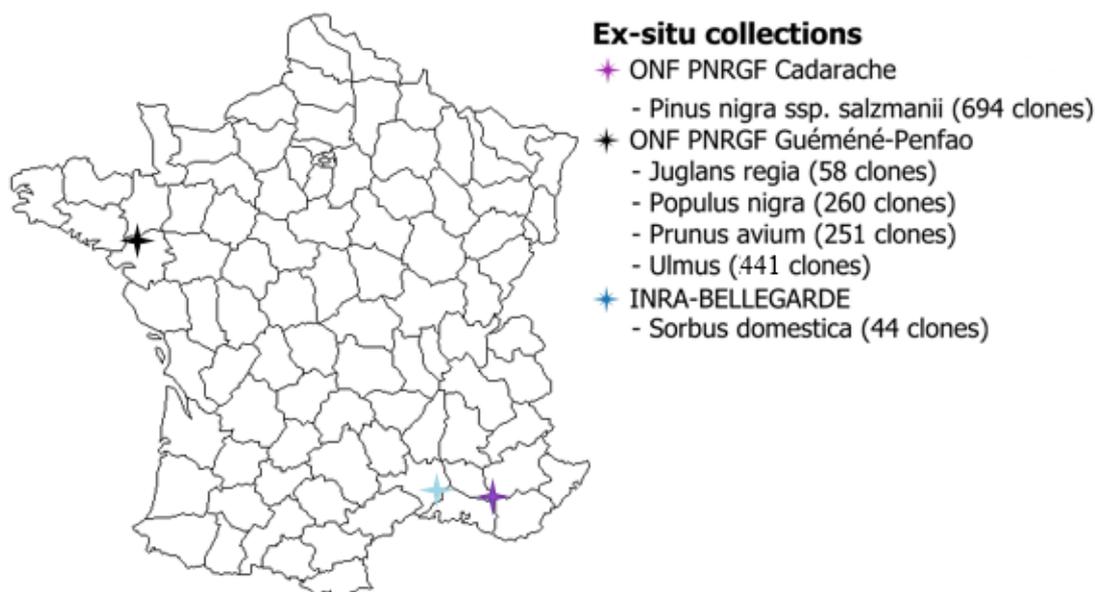


Figure 5 : Répartition des conservatoires *ex-situ* en France - © UR EFNO 2020

	Parcs à clones (issus de bouturage herbacé)	Cryoconservation
État du matériel conservé	Plante entière, en croissance, soumise au rythme des saisons et en interaction avec son environnement	Bourgeons dormants conservés en microtubes à -196 °C
Mise en collection	Bouturage relativement aisé pour l'Orme lisse et l'Orme champêtre. Risques d'échec pour l'Orme de montagne	Facile et très peu onéreuse
Maintien en collection	Entretien et taille annuelle (< 1,8 m) indispensables (risque de contamination par la graphiose)	Facile et très peu onéreux ; sans risque
Régénération de plantes entières	Remultiplication aisée de tous les clones par bouturage herbacé si le parc à clones est jeune ; au-delà d'une dizaine d'années, le pourcentage d'enracinement des boutures de certains clones peut décroître très fortement, voire devenir nul	Difficile et très onéreuse. En revanche, les plants issus de culture <i>in vitro</i> sont ensuite faciles à remultiplier par bouturage horticole
Intérêt sanitaire	Risque d'introduction, voire de diffusion, de pathogènes et de ravageurs	Aucun risque sanitaire ; de plus, les plants issus de culture <i>in vitro</i> sont indemnes de maladies et constituent donc de bonnes sources de boutures
Intérêt comme support d'études et de recherche	Permet toutes les mesures et observations réalisables sur un jeune arbre. Les ormes bouturés ont leurs propres racines et ne subissent pas l'influence d'un porte-greffe	Peu d'intérêt, hormis en tant que source d'ADN bien conservé et pour renouveler le matériel détruit ou contaminé sur le terrain

Tableau 1 : Comparaison entre les méthodes *ex-situ* de cryoconservation et de parcs à clones – source : (Collin et al. 2017)

### 2.2.3. La conservation dynamique *ex-situ*

Cette méthode de conservation est une combinaison des deux précédentes.

Elle consiste à favoriser la production de graines et de semis au sein de plantations conservatoires ou de vergers à graines composés d'un grand nombre d'individus non apparentés et donc d'une forte diversité génétique de base. L'utilisation de cette méthode sera privilégiée quand les populations naturelles sont trop petites ou trop fragmentées pour se maintenir en conservation dynamique *in-situ*.

En France, seule deux espèces sont conservées selon cette méthode de conservation, il s'agit du sapin pectiné (*Abies alba*) et du merisier (*Prunus avium*) (figure 6, ci-dessous).



Figure 6 : Répartition UC dynamique *ex-situ* en France - © UR EFNO 2020

### 2.3. Les programmes de conservation

Dans ce contexte, où les RGF de diverses espèces sont menacées pour diverses raisons, des programmes au niveau européen ont vu le jour pour coordonner les actions menées par les différents Etats participants. Concernant l'orme, deux programmes principaux ont contribué à sauvegarder sa diversité génétique et identifier les populations à risque.

Le programme RESGEN-78, est le fruit d'une proposition de projet du CEMAGREF (Centre national du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts) (actuel INRAE) à l'union européenne (UE). Ce projet qui débute en 1997 pour une durée de cinq ans, vise à coordonner les conservations d'ormes européennes *ex-situ* (E. Collin et al. 2004). Il

rassemble 17 instituts (figure 7) dans neuf pays membres de l'UE. Le projet se base sur un noyau existant de collection *ex-situ* appartenant aux différents pays membres, collections qui seront complétées avec des matériels génétiques venant d'autres pays ou des actions de conservation ne sont pas encore menées. Ce projet rassemble pathologistes, généticiens et forestiers qui travaillent ensemble pour mener à bien six taches principales :

- ❖ Créer une base de données commune, pour y répertorier et décrire les 2000 clones détenus par les participants du projet. Cela permettra d'identifier facilement quels sont les clones présentant des critères intéressants.
- ❖ Caractériser avec des marqueurs d'ADN les clones pour clarifier la taxonomie des ormes, évaluer l'étendue de l'hybridation et obtenir des informations sur la colonisation de l'Europe par les ormes après la période glaciaire.
- ❖ Mettre en place un protocole commun pour l'expérimentation et la notation pour faciliter la première tâche.
- ❖ Mettre en place une core-collection au niveau européen et identifier les zones prioritaires d'échantillonnage, où les populations d'ormes sont très fortement menacées.
- ❖ La conservation *ex-situ*, en haies basses de 850 clones dupliqués et la cryoconservation de 450 autres clones.
- ❖ La diffusion des résultats auprès des scientifiques, forestiers, arboristes et grand public et d'apporter un appui au réseau Noble Hardwoods (Programme EUFORGEN).



**Figure 3.** Institutes participating in the RESGEN 78 EU project. SW: SKS (Skogsstyrelsen); UK1: University of Glasgow; UK2: Royal Botanic Garden Edinburgh; G1: FVA (Forstliche, Versuchsanstalt Baden-Württemberg); G2: NFV (Niedersächsische, Forstliche, Versuchsanstalt); G3: FIV (Hessen-Forst, Forsteinrichtung, Information); G4: LAF (Sächsische Landesanstalt für Forsten); BE: IBW (Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer); F1: Cemagref; F2: ENGREF; F3: INRA Nancy; F4: ONF Conservatoire Génétique (Orléans); F5: AFOCEL Nancy; GR: FRI (Forest Research Institute); IT: CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche); SP: UPM (Universidad Politecnica de Madrid); PT: EFN (Estacao Florestal Nacional).

**Figure 7 :** Localisation des instituts participant au projet RESGEN-78 - source : (Collin *et al.* 2004)

Le programme EUFORGEN, branche du réseau Noble Hardwoods, débute en 1994 et compte 31 pays membres au sein de l'UE. Des spécialistes de tous les pays membres travaillent ensemble pour développer des objectifs et des méthodes de conservation adaptées aux différentes espèces pour assurer la conservation des RGF. Parmi les espèces étudiées dans ce programme, on retrouve *Ulmus spp.* L'objectif pour ces espèces est de créer de bonnes conditions à leur adaptation future à un environnement en pleine mutation. La conservation dynamique est alors privilégiée afin de maximiser la diversité génétique au sein des populations conservatoires.

### 3. Menaces pour le patrimoine génétique des ormes indigènes

#### 3.1. Espèces d'ormes indigènes en France

En France, il existe trois espèces d'ormes principales et ces dernières, selon leurs caractéristiques et le type de menaces qui pèsent sur elles, sont conservées selon différentes méthodes. Voici ci-dessous, une courte présentation de ces espèces (ref cartes: (Caudullo, Welk, et San-Miguel-Ayanz 2017), ref dessins : (« Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz (1885) » s. d.), (« *Ulmus glabra* (orme écossais): Go Botany » s. d.), (« Orme blanc d'Europe, *Ulmus laevis* (Urticales: Ulmaceae) - 1379039 » s. d.)

<b>L'orme champêtre, <i>Ulmus</i></b>	
<p><b>Fleurs</b> : Roses, hermaphrodites, presque <a href="#">sessiles*</a>, inflorescence en « bouquet », paraissant avant les feuilles.</p>	
<p><b>Ecorce</b> : d'abord lisse et claire, puis sombre et vallonée.</p>	
<p><b>Spécificités</b> : Possible présence d'excroissances liégeuse.</p>	
<p><b>Habitat et répartition</b> : 0 – 1700 m, <a href="#">hygrocline*</a></p> 	
	<p><b>Feuilles</b> : Ovale, petites, alternes, limbe dissymétrique et doublement denté, long <a href="#">pétiole*</a>, fermes, rudes au touché.</p>
	<p><b>Fruit (samare)</b> : Presque <a href="#">sessiles*</a>, non ciliés, petit, graine excentrée.</p>
	<p><b>Bourgeons</b> : Ovale ou conique, noir avec marges +/- foncées, bords des écailles <a href="#">pubescent*</a>.</p>
	<p><b>Menacé par</b> : Graphiose</p>

### L'orme de montagne, *Ulmus glabra*

**Bourgeons** : Obtus, de couleur noire / brun sombre.

**Ecorce** : Lisse pendant longtemps, puis légèrement fendillée.

**Fruit (samare)** : Grandes, presque [sessiles\\*](#), non ciliés.



**Feuilles** : Presque [sessiles\\*](#), partie supérieure du [limbe\\*](#) rugueuse, 3 à 5 grandes dents en haut des feuilles terminales.

**Fleurs** : Roses, hermaphrodites, presque [sessiles\\*](#), inflorescence en « bouquet ».

**Spécificités** : [Drageonne\\*](#) mal, difficulté à émettre des rejets.

**Habitat et répartition** : > 1000m, forêt de montagne



**Menacé par** :

Graphiose, mais moins utile économiquement que l'orme champêtre donc moins protégé.

### L'orme lisse, *Ulmus laevis*

**Bourgeons** : Pointus de couleur brun-orangé, bords des écailles presque [glabre\\*](#)

**Ecorce** : Lisse puis épaisse et fissurée.

**Fleurs** : Roses, hermaphrodites, pédonculée, inflorescence en « bouquet ».



**Feuilles** : Ovales, douces, molles, dissymétrique à la base, pointue à l'extrémité, dents marquées courbées vers le haut en crochet, [pétiole\\*](#) court, nervures parallèles.

**Fruit (samare)** : Graine au centre, bordée d'une rangée dense de cils, long [pédicelle\\*](#)

**Spécificités** : contrefort à la base des gros arbres, présence de broussins sur le tronc

**Habitat et répartition** : <400 m, [hygrophile](#), [neutrocline\\*](#)



Forêts alluviales ripisylves

**Menacé par** :

Disparition de son habitat

### 3.2. Disparition de son habitat

Ces espèces sont hygroclines\* et majoritairement présentes au nord-est de la France. On les trouve sur des sols faiblement acides (pH=5.5) à des sols calcaires (pH=8), en haies comme en futaies\*. L'exploitation des milieux naturels par l'Homme réduit peu à peu l'habitat des ormes mais c'est l'orme lisse qui est le plus touché par la disparition de son habitat. Ce dernier est une espèce de la ripisylve. Il était par le passé très présent dans les forêts alluviales aujourd'hui détruites. Il évolue en pied de rive, dans le lit majeur de la rivière ou en forêt de transition si l'eau de la nappe n'est pas trop profonde.

La ripisylve est menacée par divers facteurs :

- ❖ L'urbanisation, via l'endiguement ou le calibrage des berges.
- ❖ L'agriculture, via le surpâturage et les coupes excessives.
- ❖ L'exploitation des cours d'eau.
- ❖ Les espèces envahissantes telles que la Renouée du Japon ou le Robinier faux-acacia.

De nombreuses activités humaines sont implantées autour des cours d'eau, surtout quand le terrain est propice à l'agriculture. De ce fait, les populations d'ormes lisses se retrouvent fragmentées et de petites tailles. Les échanges de pollen entre arbres reproducteurs sont alors plus rares et le risque de dérive génétique est augmenté. La dérive génétique est ici la conséquence d'un phénomène de goulot d'étranglement. Les populations se retrouvent isolées entre elles et certains gènes sont ainsi perdus par ces populations (figure 8). La diversité génétique est alors mise en danger.

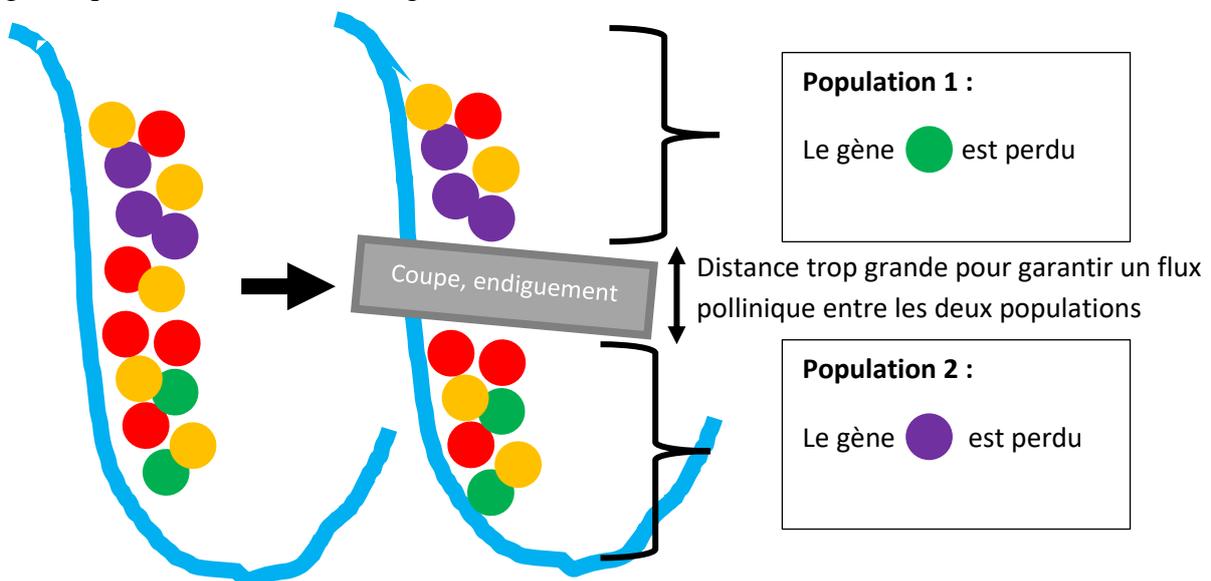


Figure 8 : Phénomène de "goulot d'étranglement" et de dérive génétique

### 3.3. La graphiose

La graphiose de l'orme est la principale responsable du déclin des ormes depuis près de 100 ans. La maladie trouve son origine au Pays-Bas en 1920 (d'où son nom, « maladie hollandaise de l'orme ») et causa une première épidémie par le champignon, *Ophiostoma ulmi* (« Forêt-entreprise n°175 - Forêt Privée Française » s. d.). Une partie des ormes adultes a déperissé puis l'épidémie a perdu de sa virulence à cause de virus antagonistes au champignon pathogène. La maladie est réapparue en 1940 en Moldavie et en 1970 en Angleterre créant alors deux fronts épidémiques qui se sont rapidement étendus à toute l'Europe puis au monde entier. Cette seconde épidémie est causée par une sous-espèce de *Ophiostoma ulmi*, *Ophiostoma novo-ulmi*. Cette sous-espèce présente une diversité génétique plus importante et est donc plus virulente. A la fin des années 1970, les ormes âgés ont presque tous été atteints par la maladie (Piou, Benest, et Collin 2018).

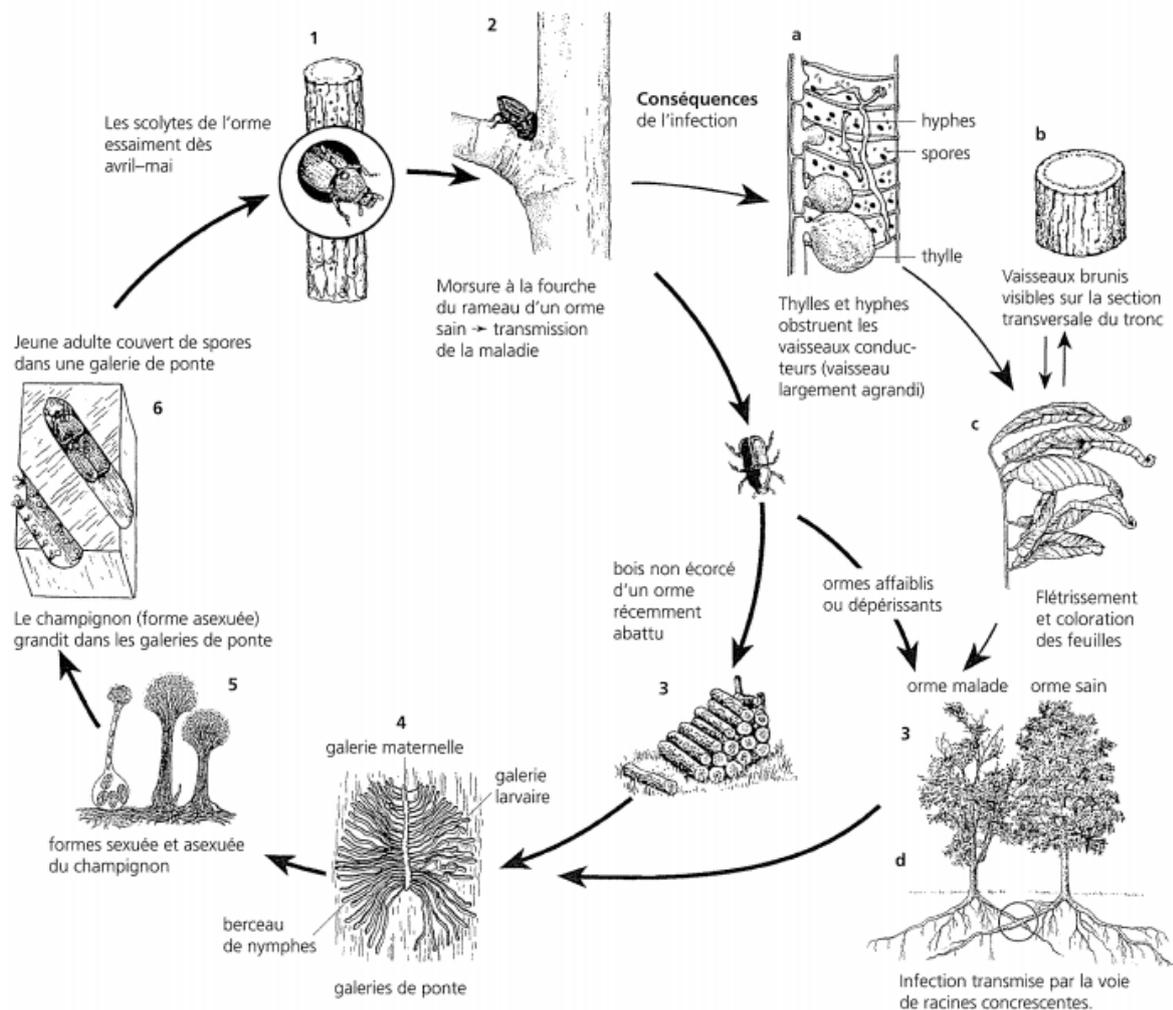


Figure 9 : cycle biologique de la graphiose de l'orme - Nierhaus-Wunderwald, 1999

### **Les conséquences de la maladie :**

Le champignon s'implante dans un premier temps dans les vaisseaux conducteurs du bois où il s'y reproduit par bourgeonnement (Nierhaus-Wunderwald 1999). Dans un second temps, il s'étend vers les jeunes branches par le biais de la voie de la transpiration végétale via les faisceaux du xylème et du phloème. Les [hyphes\\*](#) du champignon traversent les micro-punctuations de ces vaisseaux et des cellules de l'arbre. Ainsi, l'arbre est petit à petit colonisé par le champignon. Pour stopper la progression du champignon, L'Orme produit des excroissances ligneuses, les [thylles\\*](#) qui grandissent à l'intérieur des vaisseaux pour les obstruer afin de stopper la progression du champignon à l'intérieur de ces derniers (figure 9, a). Ce mécanisme de défense propre à l'Orme interrompt donc la circulation de sève au sein de l'arbre. Voilà pourquoi la graphiose fait partie des maladies vasculaires.

### **Les symptômes de la maladie :**

Du fait des vaisseaux conducteurs obstrués, la partie supérieure de l'arbre ne reçoit plus les nutriments nécessaires à son développement. Les feuilles flétrissent donc et les rameaux meurent (c) (**annexe 1**), pouvant entraîner la mort de l'arbre dans les cas extrêmes. Les vaisseaux brunis par le champignon sont visibles sur la coupe des branches et du tronc (b)(**annexe 2**).

### **Vecteurs :**

Le champignon peut à priori se transmettre de deux manières : par le biais d'insectes vecteurs (1) : Des coléoptères appartenant au groupe des scolytes (**annexe 3**). Ces insectes [xylophages\\*](#), utilisent l'orme pour se nourrir et se reproduire. La vie des scolytes n'est pas dépendante de celle du champignon mais ce dernier les utilise pour disséminer ses spores et coloniser de nouveaux hôtes. On suspecte également que la maladie peut se transmettre par contact racinaire, entre deux arbres adjacents (d)

Les scolytes cherchent un Orme qui émet des substances attractives, ce sont en général les ormes affaiblis et non écorcés. Ils creusent ensuite une galerie au niveau de la fourche des rameaux ou des feuilles (2) pour y pondre leurs œufs. Les larves, à leurs naissances creusent elles aussi des galeries facilitant ainsi la propagation du champignon (4). Les jeunes adultes scolytes entrent alors en contact avec le champignon qu'ils iront déposer sur un autre arbre (6). Ainsi le cycle de la maladie est bouclé.



## II. Recherche de critères discriminants entre les espèces d'ormes indigènes

### 1. Contexte et problématique

La diversité génétique des ormes indigènes est menacée pour diverses raisons (I.3). Afin de la préserver, différents types de dispositifs de conservation ont vu le jour (I.2).

De nombreuses tâches m'ont été confiées lors de mon stage parmi lesquelles on retrouve :

- Une étude bibliographique préliminaire sur les conditions de régénération de l'orme lisse en milieu naturel (**annexe 5**). L'objectif est de comprendre les causes du défaut de régénération naturelle d'orme lisse qui a été remarqué dans la réserve naturelle du Val d'Allier en 2019 lors d'une visite de contrôle de l'unité conservatoire. Le défaut de régénération a également été rapporté par plusieurs gestionnaires d'espaces naturels (RN St Mesmin et, Arrêté de biotope du ramier de Bigorre). Pour compléter cette constatation, des tests de germinations de samares avec des samares issues d'ormes lisses de la RN du Val d'Allier et du Ramier de Bigorre ont été réalisés pour estimer la viabilité des graines par des taux de germination ;
- La réorganisation, la mise à jour et synthétisation des données acquises sur le conservatoire du Talonet (**annexe 6**).
- Rédaction d'une description du genre *Ulmus* pour le site de la CRGF (**annexe 7**).
- Enfin, sur le terrain, la distinction entre les différentes espèces d'ormes n'est pas toujours aisée, surtout en l'absence de fleurs ou de samares. Si la morphologie des feuilles d'ormes de montagne ne laisse pas de doutes, la distinction entre orme lisse et orme champêtre en milieu naturel n'est pas si évidente. L'étude morphologique des bourgeons d'un échantillon de clones présents sur le conservatoire du Talonet pourra permettre d'identifier des critères de différenciation entre les espèces. Ces critères seront ensuite testés par un panel d'observateurs, et pourront être confirmés par l'étude d'un plus grand nombre de clones différents.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Matériels

#### 2.1.1. Le conservatoire du Talonet

<i>Code</i>	<i>Pays d'origine</i>	
<i>CEM</i>	France	Le conservatoire situé au lieu-dit 'Le Talonet' à Nogent sur Vernisson est un conservatoire d'orme indigènes européens mis en place par le CEMAGREF (actuel INRAE) en 2001 (E. Collin, 2021). Il est également dénommé « EUTAL » en raison de son caractère européen (projet cofinancé par l'Union Européenne = EU) et de sa localisation ('Talonet' = TAL). Ce conservatoire est la concrétisation d'une des tâches du programme RESGEN78. Il a pour but de mutualiser et de renforcer la conservation des ormes des pays membres du projet.
<i>CNR</i>	Italie	
<i>FOU ou WAK</i>	Royaume Unis	
<i>FRI</i>	Grèce	
<i>HLF</i>	Allemagne	
<i>IBW</i>	Belgique	
<i>SKS</i>	Suède	
<i>UPM</i>	Espagne	

Tableau 2 : Attribution du nom du clone avec son pays d'origine

Ainsi, si un pays n'est plus en mesure de préserver sa collection, une partie de cette dernière demeurera conservée ailleurs, par un ou plusieurs partenaires. De plus les échanges et la conservation sur plusieurs sites du matériel végétal a également permis de fournir des plants pour évaluer la sensibilité des clones à la graphiose. Les clones portent un nom composé de trois lettres (tableau 2) et de trois chiffres. Les lettres indiquent le pays où se situe l'arbre mère (arbre à partir duquel, la première bouture a été faite). Les chiffres permettent quant à eux d'identifier le clone, ainsi chaque clone de chaque pays possède un code différent. Quelques variétés cultivées (cultivars) (**annexe 8**) sont plantées sur le conservatoire pour servir de témoin négatif dans les études de résistance à la graphiose. Au total, 391 clones différents sont conservés sur ce conservatoire pour un total de 1 272 individus, chaque arbre étant présent en plusieurs exemplaires sur deux blocs incomplets. Les données accumulées sur le conservatoire étaient auparavant conservées sur plusieurs fichiers, sous différents supports mais lors de mon stage j'ai réorganisé, synthétisé et regroupé ces données de manière à les rendre plus facilement accessibles en créant une nouvelle base de données pour le conservatoire.

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Echantillonnage

Le nombre de clones présents dans le conservatoire est trop élevé pour permettre la caractérisation morphologique de la totalité sur la période du stage. Il a donc été décidé de faire un plan d'échantillonnage le plus représentatif possible de diversité. A partir du plan du conservatoire et des informations disponibles sur les clones, les critères suivants ont été pris en compte pour sélectionner l'échantillon :

- ❖ Appartient au bloc 1
- ❖ Clone d'origine française lorsque c'est possible
- ❖ Clone ayant deux ramets\* dans le bloc 1
- ❖ 20 clones par espèce (L, G, M) (exclusion des hybrides), en prenant en compte l'origine géographique pour avoir le maximum de diversité

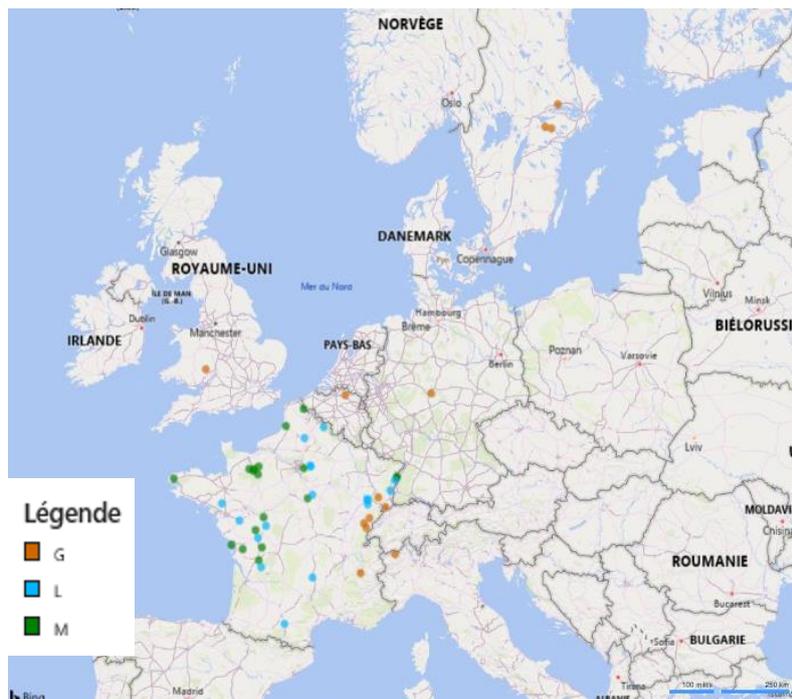


Figure 11 : localisation des arbres originaux des clones prélevés

Dans les faits, il n'y avait pas assez d'orme de montagne (G) d'origine française possédant deux ramets dans le bloc 1 pour respecter ces critères. Afin de s'approcher au maximum du nombre d'échantillons voulu, nous avons également prélevé les clones d'orme de montagne d'origine étrangère du bloc 1. L'origine géographique des clones prélevés est présentée sur la figure 11.

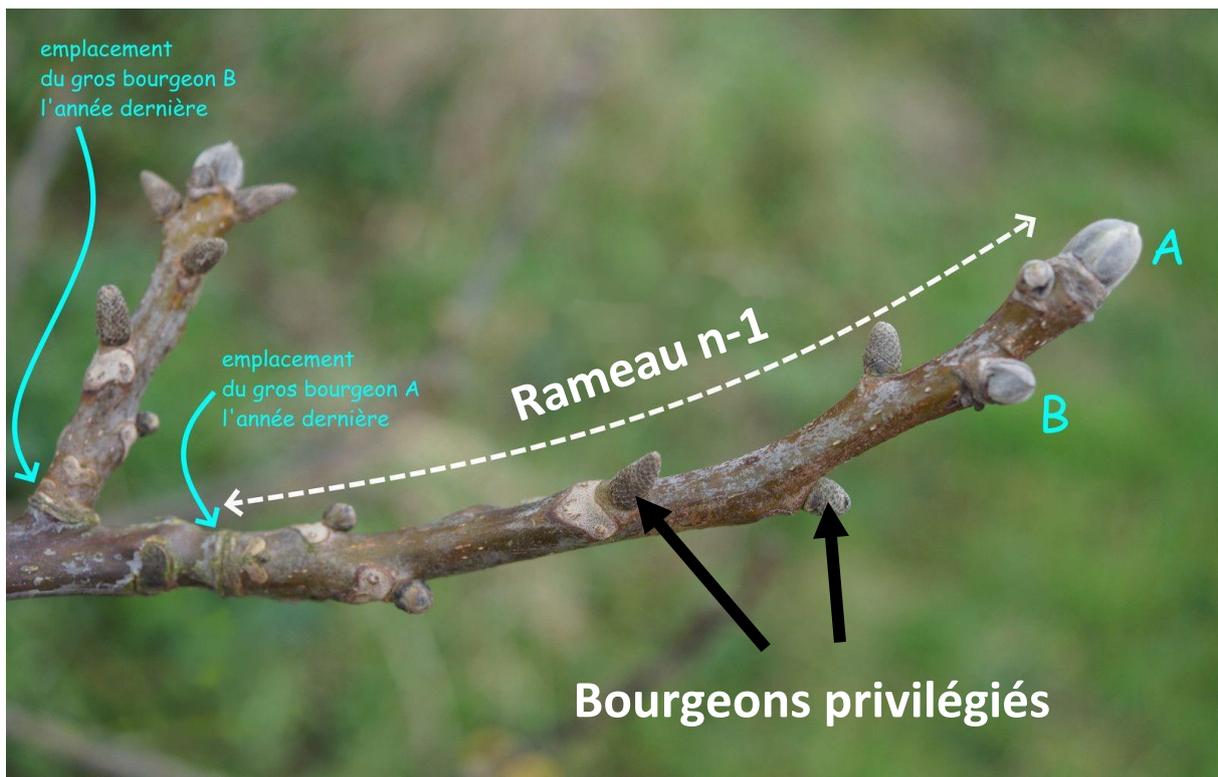
Une fois le plan d'échantillonnage déterminé, les rameaux ont été prélevés le 12 mai 2021 aux emplacements présentés sur l'**annexe 9**. L'objectif de l'étude est de déterminer des critères sur les bourgeons dormants. La date du prélèvement est arrivée un peu tard en saison et les clones étaient dans un état avancé de débourrement. Certains clones n'ont pas pu être prélevés car ils ne présentaient plus de bourgeons dormants. Nous avons donc prélevé:

- ❖ 15 clones différents de G (*U. glabra*, Orme de montagne)
- ❖ 19 clones différents de L (*U. laevis*, Orme lisse)
- ❖ 20 clones différents de M (*U. minor*, Orme champêtre)

Pour un total de 107 échantillons (Un seul ramet été disponible pour le clone CEM127). Les échantillons ont été mis dans des pochettes étanches, marqués (**annexe 10**) et mis en chambre froide une semaine avant d'être observés (du fait de l'organisation du temps de travail et non par nécessité pour l'étude).

### 2.2.2. Observation

Les bourgeons latéraux présents sur le rameau de l'année précédente (n-1) ont été privilégiés pour l'observation (figure 12).



**Figure 12** : localisation des bourgeons privilégiés pour l'observation - (« Reconnaissance des arbres en hiver 5 - notesdeterrain.over-blog.com » s. d.)

Les bourgeons sélectionnés ont ensuite été isolés à l'aide d'une paire de ciseaux, déposés sur une plaque de polystyrène et observés au microscope électronique (microscope numérique Keyence, série VHX-6000) avec un grossissement compris entre x50 et x200 en fonction de la

taille du bourgeon (Figure 13). Pour chaque clone, une photo par ramet a été enregistrée grâce au microscope électronique.

Les critères observés sont :

- ❖ La forme (aigu/obtus, conique, oval, fuselé...)
- ❖ La couleur (noir, brun, marron ...)
- ❖ Le bord des écailles (pubescent/glabre)
- ❖ La surface des écailles (pubescent/glabre)

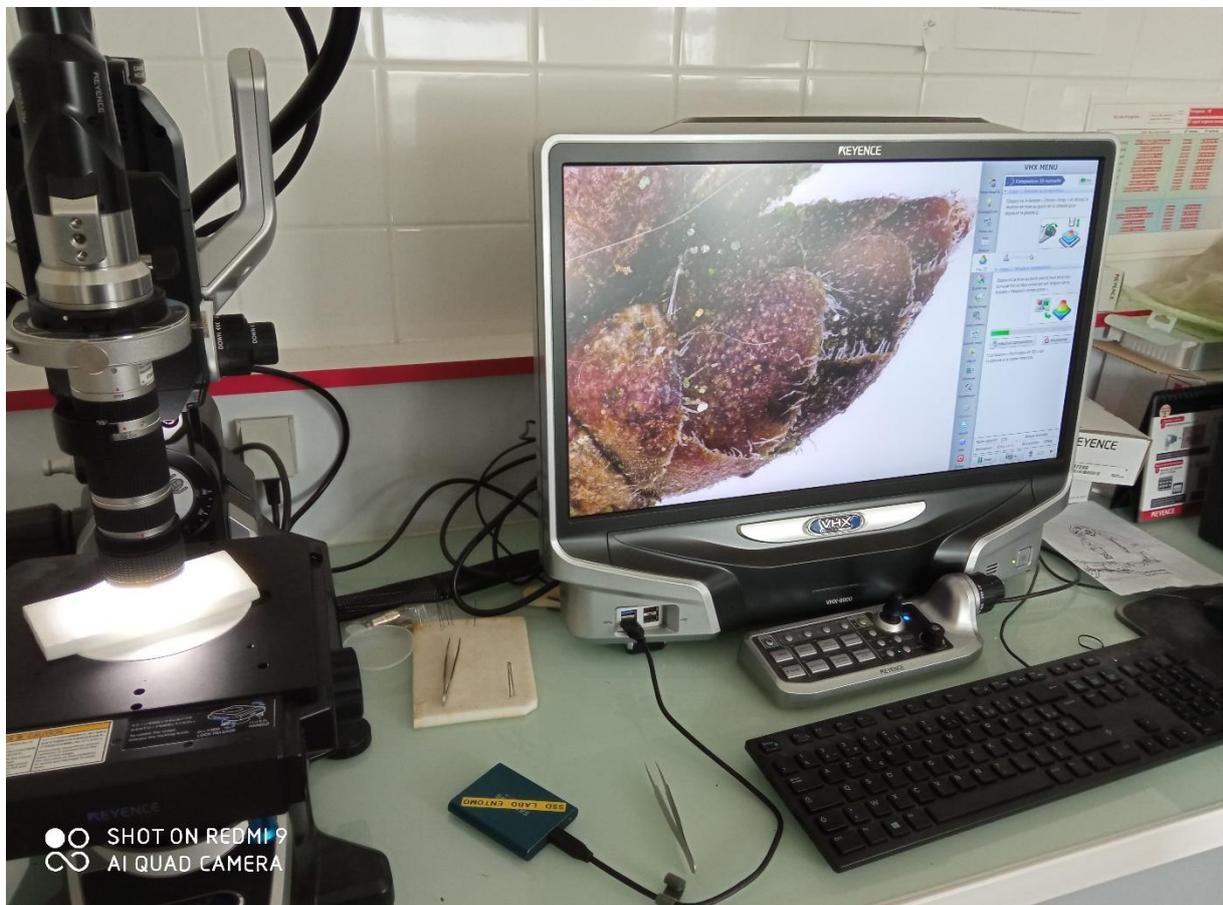


Figure 13 : Matériel d'observation des bourgeons

### 3. Résultats et discussions

Les observations ont ensuite été recensées dans un document Excel et l'analyse des données a permis de trouver des critères propres à chaque espèce. La figure 14 est un extrait du document Excel qui a été produit.



Description bourgeons								
code	espèce	Ramet	forme bourgeon	couleur bourgeon	bords écailles	surface écailles	remarques	photo
CEM248	G	1	aigu, allongé, fuselé,	noir	pubescent --	pubescent --		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu, conique	noir	pubescent -	pubescent + (mais pas sur le haut)		<a href="#">cliquez</a>
CEM244	G	1	aigu -, conique	noir	pubescent + (parfois long)	pubescent + (parfois long)		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu, conique	noir	pubescent - (- sur le haut)	pubescent + (- sur le haut) parfois long		<a href="#">cliquez</a>
CNR008	G	1	aigu -, conique	noir -> marron sur le haut	pubescent --	pubescent -		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu -, conique	noir	pubescent	pubescent		<a href="#">cliquez</a>
CNR007	G	1	aigu, triangulaire	noir + taches blanches	pubescent -	pubescent (petit)		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu -, fuselé	noir	pubescent + (long)	pubescent - (petit)		<a href="#">cliquez</a>
WAK059	G	1	aigu, fuselé, allongé	noir	pubescent + (long)	pubescent + (- sur le haut)		<a href="#">cliquez</a>
		2	bourgeon floral, cylindre ar	rose, marron	pubescent	pubescent +		<a href="#">cliquez</a>
HLF204	G	1	aigu -, triangulaire	noir	pubescent	pubescent + (long) (- sur le haut)		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu -, triangulaire	noir	pubescent +	pubescent + (long) (- sur le haut)		<a href="#">cliquez</a>
CEM236	G	1	obtu, triangulaire	noir	pubescent	pubescent (parfois long)		<a href="#">cliquez</a>
		2	obtu -, triangulaire	noir	pubescent +	pubescent - (petit)		<a href="#">cliquez</a>
CEM210	G	1	aigu, conique	noir	pubescent (- sur le haut)	pubescent ++ (petit) (- sur le haut)		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu, conique	marron, marron clair	pubescent	pubescent (petit)	poils parfois lon	<a href="#">cliquez</a>
SKS012	G	1	aigu, ovale	noir	pubescent -	pubescent +	certain poils très	<a href="#">cliquez</a>
		2	obtu -, ovale	noir, blanc	pubescent	pubescent ++ (- sur le haut)	certain poils très	<a href="#">cliquez</a>
SKS009	G	1	aigu -, ovale	noir, marge marron	pubescent - (petit)	pubescent proche du rameau		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu, fuselé	noir, marron	pubescent ++ (très long)	pubescent +		<a href="#">cliquez</a>
IBW024	G	1	aigu -, ovale	noir, marron	pubescent ++ (très long)	pubescent (petit)		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu -, ovale	noir, marron	pubescent (petit)	pubescent (petit)		<a href="#">cliquez</a>
CEM214	G	1	aigu, triangulaire	noir	pubescent ++	pubescent ++		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu, conique	blanc, noir	pubescent +	pubescent ++		<a href="#">cliquez</a>
CEM260	G	1	obtu, ovale	noir, marron	pubescent ++ (long)	pubescent +		<a href="#">cliquez</a>
		2	obtu, ovale	noir	pubescent	pubescent		<a href="#">cliquez</a>
SKS016	G	1	aigu, triangulaire	noir	pubescent + (long)	pubescent -		<a href="#">cliquez</a>
		2	aigu, conique	noir	pubescent +	pubescent - (petit)	certain poils très	<a href="#">cliquez</a>

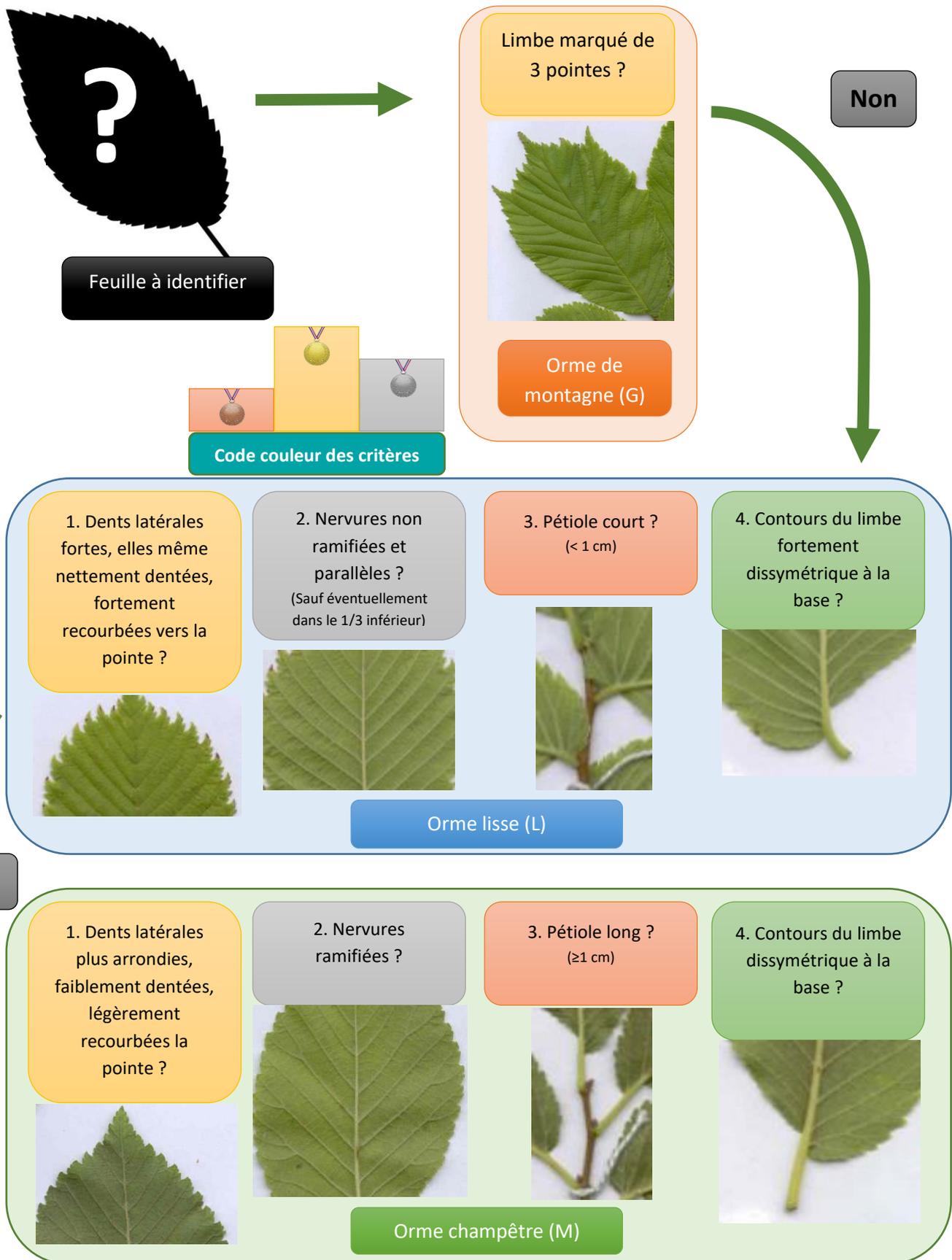
Figure 14 : Extrait du document de comparaison des bourgeons d'ormes indigènes

On retrouve dans la première colonne, le nom du clone échantillonné, sont ensuite indiquées l'espèce et l'origine géographique. Dans la partie droite du tableau on retrouve la description des bourgeons et un lien qui renvoie à la photo de ce dernier. Du fait de l'état de débourrement avancé de certains individus, il est arrivé que seuls des bourgeons en cours de débourrement soient disponibles. Ces derniers ont été décrits mais pas pris en compte dans la recherche de critères discriminants.

A partir de ce document, un document de synthèse visant à restituer les résultats et aboutissement de ce travail a été réalisé dont voici un extrait ci-dessous :

# Identification de la feuille

( G = *U. glabra* = Orme de montagne / M = *U. minor* = Orme champêtre / L = *U. laevis* = Orme lisse)



\* Prendre en considération le milieu de prélèvement de l'échantillon (orme de montagne >1000m d'altitude / orme lisse < 400m d'altitude ; orme lisse et de montagne en ripisylve – sauf introductions) peut permettre de confirmer l'identification ou d'orienter le choix en cas de doute.

# Identification du bourgeon



## Forme :

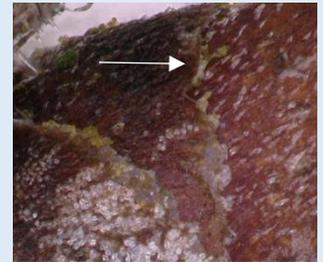
Aigu  
Fuselé  
Allongé

## Couleur :

Marron  
Marron clair  
Orangé  
(Souvent bicolore)

## Bords des écailles :

Glabe ou presque  
glabe



Orme lisse (L)

Non

## Bords des écailles :

Pubescent +



## Couleur :

Noir  
Marron +- foncé sur les  
extrémités



## Forme :

+- aigu  
Oval

Orme champêtre (M)

Non

## Bords des écailles :

Pubescent +



## Remarque :

Des poils  
très longs  
indiquent la  
présence de  
*U. glabra*  
(hybridation  
possible avec  
*U. minor*)



## Forme :

+- aigu  
Oval  
Conique  
Parfois fuselé

## Couleur :

Noir

Orme de montagne (G)

## Tableau comparatif des bourgeons entre 2 espèces



Fiabilité du critère

Comparaison					remarques
L et M	forme	couleur	bords écailles	surface	Sur les bourgeons bien dvlpt, le critère bords des écailles est très bien
L	aigu, fuselé, allongé	marron, marron clair orangé	pubescent -- (voir glabre)	pubescent (petit)	
M	ovale, conique	noir, marron +- foncé	pubescent +	pubescent - (petit)	
L et G	forme	couleur	bords écailles	surface	Les poils très long peuvent indiquer la présence de G
L	aigu, fuselé, allongé	marron, marron clair orangé	pubescent -- (voir glabre)	pubescent (petit)	
G	aigu +, ovale, conique, parfois fuselé	noir	pubescent + (souvent long)	pubescent + (petit)	
M et G	forme	couleur	bords écailles	surface	Les poils très long peuvent indiquer la présence de G
M	ovale, conique	noir, marron +- foncé	pubescent +	pubescent - (petit)	
G	aigu +, ovale, conique, parfois fuselé	noir	pubescent + (souvent long)	pubescent + (petit)	

Il ressort que l'identification à partir de bourgeons d'orme lisse est aisée alors que la différenciation entre orme champêtre et orme de montagne est très difficile. Le critère surface des écailles s'est avéré inefficace alors que les critères formes, couleur et bords des écailles sont à prendre en compte pour identifier l'orme lisse à partir de bourgeons.

Concernant l'identification basée sur la feuille, j'ai rassemblé les critères les plus cités pour ensuite les classer du plus pertinent au moins pertinent en les illustrant avec des photos des clones du conservatoire.

Afin de tester la fiabilité des critères, un quiz (**annexe 11**) a été développé pour les mettre en pratique à partir de photos. Le quizz est fait à partir de photos des clones échantillonnés pour voir si on arrive à attribuer la bonne espèce. Il est séparé en 2 parties : Reconnaissance à partir des feuilles et reconnaissance à partir des bourgeons. Le quiz a été soumis dans un premier temps à un panel de testeurs avertis (3 botanistes de l'UR EFNO) ayant l'habitude d'observer des critères morphologiques pour la reconnaissance des plantes. Dans un deuxième temps, le quiz a été soumis à un panel de testeurs non botanistes de l'UR EFNO.

Les résultats du quiz sur les bourgeons, présenté en **annexe 12** montrent que les 14 répondants repèrent à 86% le bourgeons d'orme lisse, les réponses fausses le confondant principalement avec l'orme champêtre. Concernant l'orme champêtre, ils identifient à 72% son bourgeon les erreurs provenant majoritairement de sa ressemblance avec l'orme de montagne. Enfin, ils identifient à 64% le bourgeon de l'orme de montagne le confondant presque exclusivement avec l'orme champêtre. Il ressort que les répondants identifient à 74% la bonne espèce à partir du bourgeon.

Les résultats du quiz sur les feuilles, présenté en **annexe 13** montrent que les 13 répondants identifient à 98% l'orme lisse, les réponses fausses le confondent avec l'orme champêtre. Ils identifient à 82% l'orme champêtre, le confondant exclusivement avec l'orme lisse. Enfin ils repèrent l'orme de montagne à 75% principalement du fait qu'il y avait des questions piège (feuille d'orme de montagne avec les trois pointes très peu marquée). Les erreurs sur l'identification de l'orme de montagne sont également réparties entre orme lisse et orme champêtre. Globalement, les répondants identifient à 85,1% l'espèce à partir des feuilles.

Les résultats du quiz confirment que la différenciation entre les bourgeons d'ormes champêtre et de montagne est difficile alors qu'il est facile de reconnaître le bourgeon de l'orme lisse. Les résultats du quizz sur les feuilles étant meilleurs que pour celui des bourgeons, la différenciation entre ces espèces semble plus aisée à partir des feuilles. Pour terminer cette étude sur les résultats du quiz, il est important de noter que la reconnaissance était basée sur des photos. Les répondants avaient donc peu de feuilles ou de bourgeons à leur disposition pour identifier l'espèce. Sur le terrain, en cas de doute, il faudrait observer un maximum de feuilles et de bourgeons afin d'en trouver qui serait particulièrement facile à identifier. Par exemple, dans le quiz des bourgeons, les questions deux et trois montrent des bourgeons issus du même clone. Pourtant la question deux possède 100% de bonnes réponses et la question trois seulement 21%.

Cette étude met en évidence les différences physiologiques mais ces espèces sont aussi différentes du point de vue de leur fonctionnement. C'est pourquoi, parallèlement à cette étude, j'ai participé à un projet de tests de germinations et de survie des plantules comparant l'orme lisse et d'orme champêtre. Projet qui est né des suites d'une visite de l'équipe GeeDAAF sur l'unité conservatoire d'orme lisse du Val d'Allier et qui a constaté des difficultés de régénération d'orme lisse en milieu naturel.

## Conclusion

Il ressort que la différenciation entre les espèces d'ormes indigènes est plus facile sur les feuilles que sur les bourgeons car les trois espèces ont des feuilles différentes qu'il est facile d'identifier selon plusieurs critères (denture du limbe, nervures, longueur du pétiole). La feuille d'orme lisse (**annexe 14**) est reconnaissable grâce à son limbe présentant des dents latérales fortes, elles-mêmes nettement dentées et fortement recourbées vers la pointe, ses nervures parallèles dans les deux-tiers supérieurs et son pétiole court (<1cm). La feuille de l'orme champêtre (**annexe 15**) quant à lui possède un limbe à dents latérales plus arrondies, faiblement dentées, légèrement recourbées vers la pointe, des nervures ramifiées et un pétiole long (>1cm). L'ensemble de ses critères, appliqués sur plusieurs feuilles de l'arbre à identifier permettent d'identifier à coup sûr à quelle espèce il appartient.

Les bourgeons d'orme de montagne et d'orme champêtre étant très proches morphologiquement, la différenciation de ces deux espèces à l'aide de bourgeons n'est pas fiable même si la présence d'une pubescence particulièrement longue sur le bord des écailles peut indiquer la présence de l'orme de montagne. Le bourgeon d'orme lisse quant à lui se différencie de celui des autres espèces par sa forme fuselée, sa couleur brune à orangé et le bord de ses écailles glabre qui sont caractéristiques de cette espèce.

La mise en lumière et le regroupement de ces critères permettra aux collaborateurs de l'équipe GeeDAAF (Gestionnaire d'espaces naturels par exemple) de reconnaître ces espèces ce qui facilitera la communication avec ces derniers.

Ce stage fut pour moi la confirmation de ma volonté de travailler dans le domaine de l'environnement et plus précisément dans le domaine forestier. Le contexte de l'étude m'intéressait déjà beaucoup avant le début de mon stage et suite à mon travail au sein de l'équipe GeeDAAF, je suis encore plus intéressé par la gestion durable des espèces végétales et les moyens mis en œuvre pour les protéger.

J'ai particulièrement apprécié le fait d'avoir fait de multiples travaux lors de mon stage, cela permet d'apprécier chaque tâche plus amplement et de ne pas se lasser d'une tâche trop longue qui finirait pas être répétitive. L'alternance travail sur le terrain et travail de bureau me plaît pour les mêmes raisons. J'aime particulièrement le fait de participer aux prélèvements des

échantillons sur le terrain, à leur analyse, et à leur mise en forme... On se sent vraiment impliqué dans le projet, on apprend d'avantage et on est fier du résultat.

Au-delà de l'aspect professionnel, ce stage m'a beaucoup apporté au niveau humain. J'ai eu l'occasion de rencontrer des personnes passionnées par leur travail et la cause qu'ils défendent à travers celui-ci, des personnes toujours prêtes à aider, à s'arranger ou à discuter. Ce sont elles qui m'ont permis d'évoluer pendant dix semaines dans un cadre accueillant et une ambiance de travail agréable.

## Bibliographie

- Badeau, Vincent, Jean-Luc Dupouey, Catherine Cluzeau, et Jacques Drappier. s. d. « Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100 », 8.
- Caudullo, Giovanni, Erik Welk, et Jesús San-Miguel-Ayanz. 2017. « Chorological Maps for the Main European Woody Species ». *Data in Brief* 12 (juin): 662-66. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>.
- Collin, E, M Rusanen, L Ackzell, J Bohnens, A de Aguiar, S Diamandis, A Franke, et al. 2004. « Methods and Progress in the Conservation of Elm Genetic Resources in Europe », 13.
- Collin, Éric. 2001. « Stratégies pour la conservation in situ des ressources génétiques des Ormes forestiers », 8.
- Collin, Éric, Michel Rondouin, Cécile Joyeau, Stéphane Matz, Pierre Raimbault, Luc Harvengt, Isabelle Bilger, et Monique Guibert. 2017. « Conserver et utiliser les ressources génétiques des Ormes en France : bilan et perspectives ». *Revue Forestière Française*, n° 6: 573. <https://doi.org/10.4267/2042/68187>.
- « CRGF La CRGF ». s. d. Consulté le 5 mai 2021. <https://crgf.inrae.fr/commission-des-ressources-genetiques-forestieres/>.
- « Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz (1885) ». s. d. Consulté le 7 mai 2021. <http://www.biolib.de/thome/index.html>.
- « Forêt-entreprise n°175 - Forêt Privée Française ». s. d. Consulté le 7 mai 2021. <https://www.foretpriveefrancaise.com/publications/voir/511/foret-entreprise-n-175/n:541>.
- Fremont, Jean Marc, et Roland Renoult. s. d. « Emplois et formations dans le secteur forestier », 107.
- « Intranet INRAE Val de Loire - Unité de recherche écosystèmes forestiers ». s. d. Consulté le 5 mai 2021. <https://intranet.val-de-loire.inrae.fr/Appui-a-la-recherche/Les-offres-de-services/Communication/e-Confluence/e-Confluence/001/Vie-scientifique/Unite-de-recherche-ecosystemes-forestiers>.
- Nierhaus-Wunderwald, Dagmar. 1999. « Biologie, prévention et lutte ». *Not. prat.*, 6.

« Nous connaître ». s. d. INRAE Institutionnel. Consulté le 5 mai 2021.  
<https://www.inrae.fr/nous-connaître>.

« Orme blanc d'Europe, *Ulmus laevis* (Urticales: Ulmaceae) - 1379039 ». s. d. Consulté le 7 mai 2021. <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1379039>.

Piou, Dominique, Fabienne Benest, et Éric Collin. 2018. « Est-il possible de tirer des enseignements des introductions anciennes d'agents pathogènes ? L'exemple de la graphiose de l'orme ». *Revue Forestière Française*, n° 6: 621.  
<https://doi.org/10.4267/2042/70312>.

« Reconnaissance des arbres en hiver 5 - notesdeterrain.over-blog.com ». s. d. Consulté le 19 mai 2021. <https://notesdeterrain.over-blog.com/2020/03/reconnaissance-des-arbres-en-hiver-5.html>.

« *Ulmus glabra* (orme écossais): Go Botany ». s. d. Consulté le 7 mai 2021.  
<https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/ulmus/glabra/>.

# Glossaire

---

## **D**

### **Drageonne**

Est l'action de faire croître un rejetson. C'est une méthode de reproduction végétative. · 7

---

## **F**

### **Fongique**

Causé par les champignons · 1

### **Futaies**

Une futaie est un bois ou une forêt composée de grands arbres adultes issus de semis · 14

---

## **H**

### **Hygroclines**

Préfère les milieux humides à très humides · 14

### **Hygrophile**

Préfère les milieux inondés. 13

### **Hyphes**

nom donné aux éléments végétatifs filamenteux, souvent à plusieurs noyaux cellulaires (multinucléaire), caractéristique des champignons, de certaines algues et de certains protistes végétaux · 16

---

## **L**

### **Limbe**

Correspond à la partie large et aplatie de la feuille. 13

---

## **N**

### **Neutrophile**

Qui préfère un pH neutre (≈7). 13

---

## **P**

### **Pédicelle**

Ramification du pédoncule se terminant par une fleur. 13

### **Pétiole**

Partie située à la base de la feuille, qui lui sert de support et l'unit à la tige. 12

### **Pubescent**

Couvert de poils. 12

---

## **R**

### **Ramets**

Synonyme de clone

Un ramet est un clone d'un ortet initial. Ainsi les individus obtenus par bouturrage et par conséquent, génétiquement identiques sont des ramets · **20**

---

## **S**

### **Samare**

Fruit sec possédant une aile membraneuse. **2**

### **Sessiles**

Fixés directement sur le corps d'un organisme, sans élément intermédiaire (pédoncule, pétiole). **12**

---

## **T**

### **Thylles**

est une excroissance cellulaire dans le tissu conducteur du bois · **16**

---

## **X**

### **Xylophages**

Qui ronge le bois · **16**

## Index des tableaux et figures

<b>Tableau 1</b> : Comparaison entre les méthodes <i>ex-situ</i> de cryoconservation et de parcs à clones – source : (Collin et al. 2017).....	9
<b>Tableau 2</b> : Attribution du nom du clone avec son pays d'origine.....	19
<b>Figure 1</b> : Répartition des centres de recherche INRAE sur le territoire Français – INRAE.fr .....	3
<b>Figure 2</b> : Hiérarchie au sein de INRAE et rôle de l'équipe GeeDAAF .....	4
<b>Figure 3</b> : Variation de forme de feuilles chez <i>Populus nigra</i> - Villar Marc/INRAE.....	5
<b>Figure 4</b> : Répartition des UC <i>in-situ</i> en France - © UR EFNO 2020 .....	8
<b>Figure 5</b> : Répartition des conservatoires <i>ex-situ</i> en France - © UR EFNO 2020 .....	9
<b>Figure 6</b> : Répartition UC dynamique <i>ex-situ</i> en France - © UR EFNO 2020 .....	10
<b>Figure 7</b> : Localisation des instituts participant au projet RESGEN-78 - source : (Collin <i>et al.</i> 2004)....	11
<b>Figure 8</b> : Phénomène de "goulot d'étranglement" et de dérive génétique .....	14
<b>Figure 9</b> : cycle biologique de la graphiose de l'orme - Nierhaus-Wunderwald, 1999 .....	15
<b>Figure 10</b> : répartition géographique de sept groupes biogéographiques estimée par analyse discriminante en fonction du climat actuel (A) et extrapolée aux climats futurs (B et C) - (Badeau et al., s. d.) .....	17
<b>Figure 11</b> : localisation des arbres originaux des clones prélevés .....	20
<b>Figure 12</b> : localisation des bourgeons privilégiés pour l'observation - (« Reconnaissance des arbres en hiver 5 - notesdeterrain.over-blog.com » s. d.).....	21
<b>Figure 13</b> : Matériel d'observation des bourgeons .....	22
<b>Figure 14</b> : Extrait du document de comparaison des bourgeons d'ormes indigènes.....	23

## Table des annexes (Disponible sur un autre document)

<b>Annexe 1</b> : Orme atteint par la graphiose - © INRAE .....	
<b>Annexe 2</b> : Coupe d'une branche d'orme atteint par la graphiose - © INRAE .....	
<b>Annexe 3</b> : Scolytes de l'orme – Nierhaus-Wunderwald 1999 .....	
<b>Annexe 4</b> : Espèces appartenant aux différents groupe de la figure 10 – (Badeau et al., s. d.) .....	
<b>Annexe 5</b> : Etude bibliographique sur la régénération de l'orme lisse en milieu naturel .....	
<b>Annexe 6</b> : Nouvelle base de donnée réalisée pour le conservatoire 'Talonet' .....	
<b>Annexe 7</b> : Descriptif du genre Ulmus pour le site de la CRGF .....	
<b>Annexe 8</b> : Variétés cultivés sur le conservatoire 'Talonet' associées à leur code – E.Collin .....	
<b>Annexe 9</b> : Plan du conservatoire Talonet (bloc 1) .....	
<b>Annexe 10</b> : Prélèvement de rameaux d'ormes du 12/05/2021 .....	
<b>Annexe 11</b> : Extrait des quiz réalisés.....	
<b>Annexe 12</b> : Détail des résultats du quiz sur les feuilles .....	
<b>Annexe 13</b> : Détails des résultats du quiz sur les bourgeons.....	
<b>Annexe 14</b> : Feuille typique d'orme lisse .....	
<b>Annexe 15</b> : Feuille typique d'orme champêtre.....	

## Résumé

Within the **GeeDAFF** team which is part of the **EFNO** unit belonging to **INRAE** Val de Loire, I participated in research on the conservation of the genetic resources of native elms (smooth elm, field elm and mountain elm ).

The latter is necessary because elms are threatened on the one hand by the destruction of their habitat (riverine trees) as is the case for smooth elm and on the other hand, by a disease, the Dutch elm disease caused by a fungus and transmitted by Scolytes which mainly affects field elm and mountain elm. These factors threaten populations and therefore the genetic diversity they contain, which ensures the long-term sustainability of these species.

In order to protect these vulnerable populations, Conservatory Units (UC) were set up to conserve the genetic resources of elm trees in a natural environment (*in-situ* conservation) or not (*ex-situ* conservation). The 'Talonet' conservatory located in the area of bars is an *ex-situ* conservatory which takes the form of low hedges. Clones from all over Europe are kept there.

Many tasks were entrusted to me during my internship (a bibliographical study on the regeneration of smooth elm in natural environments, updating data from the Talonet conservatory, harvesting samaras in the field, labeling ...) but I chose to develop one of them: The search for discriminating criteria between native elm species.

During a field trip, the **GeeDAAF** team had difficulty differentiating smooth elm from field elm. My work consisted in harvesting elm twigs on the 'Talonet' conservatory to then observe under a microscope (magnification between x50 and x200) the buds of the different species in order to find differentiation criteria applicable in the field by the members of the the team. In addition, using different flora and a database of photos of leaves of the clones present in the conservatory, I gathered discriminating criteria on the leaves of these three species.

All of these criteria were then brought together and formatted on a single document to allow team members and their collaborators to differentiate these species.