

# LES CAHIERS D'ASTELLE

Articles scientifiques et techniques sur la biologie et les soins des arbres

**N° 009**

NOVEMBRE 2024

## Diagnostic Intégré de l'Arbre

Partie III

Méthodologie

©William Moore, 15/11/2024. Tous droits réservés.

Atelier de l'Arbre Sarl.  
La Lèbre, 24150, Lanquais.  
Siret 491 621 445 0003



Portable : 06 82 87 90 13.  
Fixe : 09 67 03 49 29.  
Email : wmoore@arbre.net

## RÉSUMÉ DIA PARTIE III

Le Diagnostic Intégré de l'Arbre (DIA) est un outil méthodologique qui permet d'établir un diagnostic précis de l'arbre, étape par étape. Cette méthode peut être utilisée pour la préparation des plans de gestion d'un grand nombre d'arbres ou pour un seul arbre. Elle est particulièrement adaptée à une utilisation informatique à cause d'une systématique de rigueur.

Elle facilite la communication entre les différents interlocuteurs, le gestionnaire, le technicien, l'arboriste, l'expert, le public, les élus. Elle permet de créer un carnet de santé individuel de l'arbre et de suivre son évolution au fil des ans.

La méthode DIA a été utilisée pour la création de plans de gestion pour de grands patrimoines arborés par exemple : la Commune de Vernier

en Suisse, Mairie de Bordeaux, Mairie d'Angers, Château de Chantilly. Elle est couramment utilisée pour l'élaboration des cahiers de clauses techniques pour les appels d'offres en expertise d'arbres.

Cette méthodologie s'appuie sur :

- Partie I : Le vieillissement de l'arbre, intercalage et le modèle des zones de l'arbre.
- Partie II : Définition des termes stress, vigueur, vitalité, santé. Élaboration des échelles pour l'évaluation de la santé de l'arbre.

Dans cet article, DIA partie III, la méthode de diagnostic est abordée et des exemples d'utilisation sont fournis.

## SOMMAIRE

|          |                                                                             |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCTION.....</b>                                                    | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>VUE D'ENSEMBLE DE LA MÉTHODE DIA, DIAGNOSTIC INTÉGRÉ DE L'ARBRE.....</b> | <b>6</b>  |
| 2.1      | Étape 1. Recensement des données de base.....                               | 6         |
| 2.1.1    | Mensuration.....                                                            | 6         |
| 2.1.2    | Forme.....                                                                  | 7         |
| 2.1.3    | Stades de développement.....                                                | 7         |
| 2.1.4    | Âge.....                                                                    | 8         |
| 2.2      | Étape 2. Observations sur l'état de l'arbre.....                            | 8         |
| 2.2.1    | Le dysfonctionnement physiologique.....                                     | 9         |
| 2.2.2    | Le défaut mécanique.....                                                    | 9         |
| 2.3      | Étape 3. Sélection des observations pertinentes.....                        | 9         |
| 2.4      | Étape 4. Reconnaissance des facteurs déterminants.....                      | 9         |
| 2.5      | Étape 5. Détermination des états physiologiques et mécaniques généraux..... | 9         |
| 2.5.1    | État physiologique général.....                                             | 9         |
| 2.5.2    | État mécanique général.....                                                 | 9         |
| 2.6      | Étape 6. Détermination de l'état global.....                                | 9         |
| 2.7      | Note sur le bois mort.....                                                  | 11        |
| 2.8      | Évaluation du risque.....                                                   | 11        |
| 2.8.1    | Le profil de risque.....                                                    | 11        |
| 2.9      | Durée de maintien.....                                                      | 12        |
| 2.10     | La notion de « conduite minimale » et de « conduite choisie ».....          | 12        |
| 2.11     | Programme de travail et l'intervention minimale.....                        | 12        |
| 2.11.1   | Phénologie.....                                                             | 12        |
| <b>3</b> | <b>MISE EN PRATIQUE DE LA MÉTHODE DIA.....</b>                              | <b>14</b> |
| 3.1      | Méthode fermée / méthode ouverte.....                                       | 14        |
| 3.2      | Une fiche de terrain pour la saisie des informations.....                   | 14        |
| 3.3      | Outils informatiques et la fiche individuelle de l'arbre.....               | 17        |
| 3.3.1    | Traitement de texte ou tableur.....                                         | 17        |
| 3.3.2    | Base de données interrelationnelles.....                                    | 18        |
| 3.3.2.1  | Le profil de l'état physiologique et mécanique.....                         | 18        |
| 3.3.2.2  | Le profil du bois mort.....                                                 | 19        |
| 3.3.2.3  | Profil de risque.....                                                       | 19        |
| <b>4</b> | <b>ÉTUDES DE CAS.....</b>                                                   | <b>20</b> |
| 4.1      | Arbre de parc.....                                                          | 20        |
| 4.2      | Double alignement de platanes.....                                          | 22        |
| 4.2.1    | Exemple, arbre N°1.....                                                     | 22        |
| 4.2.2    | Exemple, arbre N°2.....                                                     | 23        |
| 4.2.2.1  | Zone I.....                                                                 | 23        |

|         |                                                |    |
|---------|------------------------------------------------|----|
| 4.2.2.2 | Zone II.....                                   | 23 |
| 4.2.2.3 | Zone III.....                                  | 23 |
| 4.2.3   | Exemple, arbre N°10 .....                      | 24 |
| 4.2.3.1 | Zone I.....                                    | 24 |
| 4.2.3.2 | Zone II.....                                   | 24 |
| 4.2.4   | Exemple, arbre N°15 .....                      | 25 |
| 4.2.4.1 | Zone I.....                                    | 25 |
| 4.2.4.2 | Zone IV .....                                  | 25 |
| 4.2.4.3 | Zone V .....                                   | 25 |
| 4.2.4.4 | Notes.....                                     | 25 |
| 4.3     | Présentation des données sur cartographie..... | 26 |
| 4.4     | Analyse des données .....                      | 27 |
| 4.5     | Décisions en gestion.....                      | 27 |
| 4.5.1   | Gestion globale.....                           | 27 |
| 4.5.2   | Choix du type de conduite.....                 | 27 |
| 4.5.3   | Élaboration d'un programme de travail.....     | 28 |
| 4.5.4   | Autres paramètres.....                         | 28 |
| 4.6     | Résumé.....                                    | 28 |
| 5       | <b>DISCUSSION</b> .....                        | 29 |
| 6       | <b>RÉFÉRENCES</b> .....                        | 30 |

## 1 INTRODUCTION

Un plan de gestion pour un arbre ou pour des milliers d'arbres repose sur une évaluation de l'état de santé des arbres. Le diagnostiqueur devant l'arbre à examiner est confronté à une quantité infinie d'informations. Par un processus de tri et de concentration des renseignements, au bout de quelques secondes ou de quelques jours, il se prononce sur l'état d'un arbre : l'état est excellent, bon, médiocre, mauvais ou très mauvais.

Nous pouvons appeler cet état « l'état global de l'arbre ». Comment arrive-t-il à ce résultat ? Cet « état global » est une fusion de toute sorte d'informations qui peuvent inclure tout type de

défaut mécanique ou de désordre physiologique. Pour le gérant, cette information est généralement insuffisante pour la prise de décision : s'agit-il de l'état physiologique ? De l'état mécanique ? Quels sont les risques associés aux arbres ? La pyramide des âges se présente comment ? Quelle est la durée de vie du patrimoine ? Le gérant a besoin d'analyser les résultats d'un diagnostic à plusieurs niveaux.

Cet article est consacré à la méthodologie du diagnostic, la présentation des résultats et l'exploitation des résultats. Elle s'appuie sur DIA partie I et DIA partie II.

## 2 VUE D'ENSEMBLE DE LA MÉTHODE DIA, DIAGNOSTIC INTÉGRÉ DE L'ARBRE

Le diagnostiqueur commence son examen par l'observation de l'arbre et de ses environs. Il peut s'agir de dizaines voire de centaines d'observations. Par un processus de tri et de concentration des informations, il arrive à se prononcer sur l'état de santé d'un arbre et sur les risques associés aux ruptures. Dans cette partie, nous suivrons le processus de diagnostic du début à la fin qui consiste en 6 étapes, Fig.1 :

### 2.1 Étape 1. Recensement des données de base

Lors d'un diagnostic, une des premières étapes réalisées est le recensement des informations de base, par exemple :

- Espèce
- Mesurations (circonférence, hauteur, envergure, etc...)
- Forme
- Stade de développement
- Âge

#### 2.1.1 Mensuration

La hauteur de l'arbre peut être évaluée en utilisant soit la croix du bûcheron soit des outils plus sophistiqués tels que l'hypsomètre. L'utilisateur expérimenté peut arriver à une précision de plus ou moins un mètre pour les grands arbres avec la croix du bûcheron.

Pour la mensuration du tronc c'est la circonférence qui est choisie et non pas le diamètre : le diamètre varie selon la forme du tronc. Les règles pour la mesure sont prises des règles forestières : par exemple Hamilton (1975).

La circonférence est mesurée à hauteur de poitrine (environ 1,3 m du sol) :

- Lorsque l'arbre est sur une pente ou sur un terrain irrégulier, la circonférence est prise du côté le plus haut de la pente.

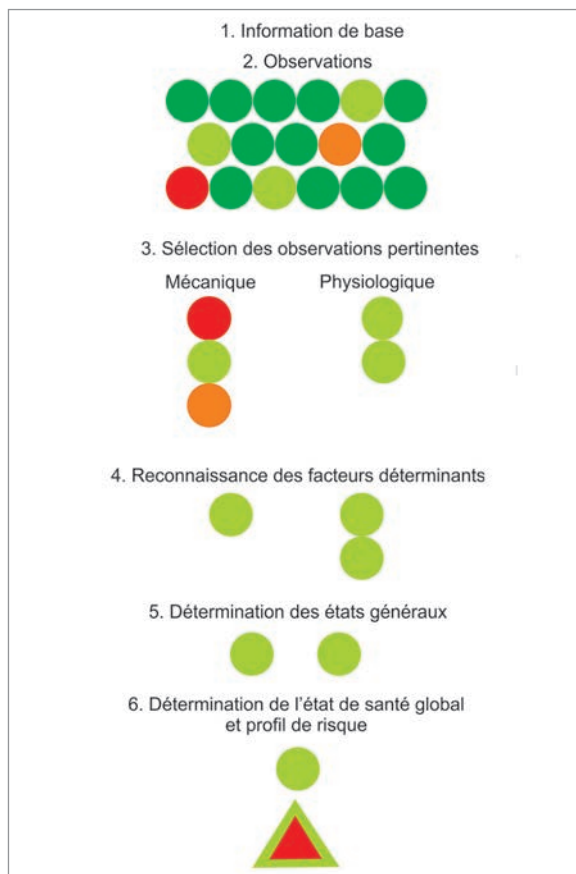


Fig.1 Récapitulatif des 6 étapes de la méthode DIA.

1. Collecte des informations de bases.
2. Observations. Elles sont multiples : Qu'est-ce qui va bien ? Quels sont les problèmes ?
3. Seuls les problèmes pertinents sont sélectionnés.
  - S'il s'agit de défaut mécanique ? Si oui, y a-t-il un risque ?
  - S'agit-il d'un dysfonctionnement physiologique ?
  - S'agit-il de la présence de bois mort ? Si oui, y a-t-il un risque ?
4. Parmi les problèmes pertinents, ceux qui sont déterminants sont sélectionnés. Un facteur déterminant est un désordre physiologique ou un défaut mécanique qui menace de façon sensible l'avenir de l'arbre.
5. Les états physiologiques et mécaniques généraux sont établis à partir des facteurs déterminants.
6. L'état global de l'arbre est déterminé ainsi que son profil de risque.

- S'il y a une irrégularité à 1,3 m du sol, broussin ou loupe par exemple, la circonférence est prise au-dessus de cet endroit, là où la circonférence est la plus faible.
- Lorsque l'arbre présente une fourche à 1,3 m du sol, la circonférence est prise en dessous de la fourche à l'endroit où la circonférence est la plus faible.

### 2.1.2 Forme

Nous faisons référence à Drénou, (1999), pour la définition de la forme d'un arbre : « Forme d'un arbre : terme désignant l'ensemble des traits morphologiques de la partie aérienne d'un arbre. Il existe une forme particulière à chaque essence (peuplier, chêne), et au sein de celle-ci, chaque individu possède une forme propre en équilibre

avec le milieu (forêt, prairie, haies, parcs, villes...) » La Fig.2 donne quelques exemples de formes couramment rencontrées.

### 2.1.3 Stades de développement

Les quatre stades d'ontogenèse basés sur l'accumulation annuelle de la biomasse (DIA partie I), sont utilisés pour la définition du stade de développement : juvénile, jeune, adulte et sénéscent, Fig. 3. Cependant, comme le stade jeune est assez long et comme la forme et la mensuration de l'arbre évoluent considérablement pendant cette période, il est utile de décomposer cette phase en 3 stades : Jeune 1, début de l'expansion rapide ; Jeune 2, milieu de l'expansion rapide ; Jeune 3, fin de l'expansion rapide.

|                               |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formes libres et semi-libres  | La couronne n'est pas soumise à des interventions de réduction en volume.                                                                           |
| Libre                         | Arbre qui s'exprime en l'absence de toute taille.                                                                                                   |
| Semi-libre                    | Formes d'apparence libre, mais guidées et accompagnées par des tailles.                                                                             |
| Semi-libre sur tête de chat   | Arbre qui a été conduit en tête de chat. La taille est abandonnée et l'arbre présente une forme semi-libre.                                         |
| Formes semi-libres mutilées   | Arbres actuellement conduits en forme semi-libre ayant auparavant subi des interventions en élagage sévères                                         |
| Semi-libre : étêté récent     | Arbres ayant subi récemment une mutilation : section du tronc.                                                                                      |
| Semi-libre : étêté ancien     | Arbres ayant subi anciennement une mutilation, section du tronc. Ces arbres ont l'apparence d'un arbre en forme semi-libre.                         |
| Semi-libre : rapproché récent | Arbres ayant subi récemment une mutilation : section des charpentières.                                                                             |
| Semi-libre : rapproché ancien | Arbres ayant subi anciennement une mutilation : section des charpentières. Ces arbres ont l'apparence d'un arbre en forme semi-libre.               |
| Formes en volume réduit       | Le volume des parties aériennes de l'arbre est maintenu réduit et plus ou moins constant par des interventions de taille rapprochées dans le temps. |
| Trogne                        | Arbres, souvent agricoles, formant un taillis aérien. Les rejets sont régulièrement récoltés pour une utilisation précise.                          |
| Architecturée : rideau        | Arbres où le volume du houppier est maintenu relativement constant par taille des rameaux fins. C'est une haie aérienne.                            |
| Architecturée : têtes de chat | Arbres où les têtes de chat sont formées par l'élagage des rejets au même point tous les un à trois ans environ.                                    |
| Mixte                         | Arbre qui présente plusieurs formes, par exemple, arbres d'alignement sur trottoir : côté façade des bâtiments : rideau, côté route : semi-libre.   |

Fig 2 Exemples de différentes formes d'arbres.

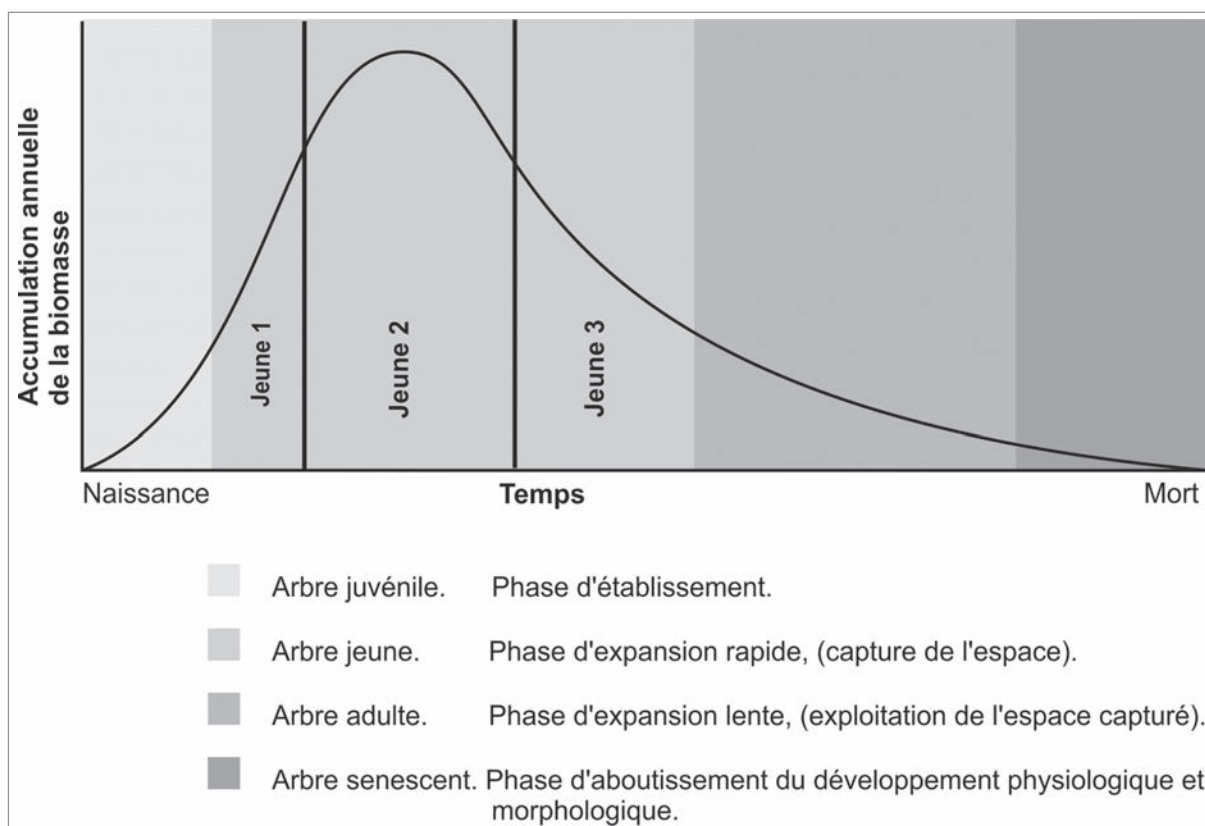


Fig.3 Stades de développement

Pour évaluer le stade de développement, la façon la plus simple est de calculer la hauteur de l'arbre attendu au stade adulte pour le site et de la diviser en séries de hauteurs. Par exemple pour un site donné, la hauteur adulte est évaluée à 35 m :

|           |           |
|-----------|-----------|
| 0 à 5 m   | Juvénile  |
| 5 à 15 m  | Jeune I   |
| 15 à 25 m | Jeune II  |
| 25 à 35 m | Jeune III |

Un arbre peut se développer de façon linéaire de la naissance à la sénescence sans avoir passé par des phases de dépérissement. A l'opposé, un arbre peut rester bloqué dans un stade donné pour des années sans pouvoir passer au stade suivant.

### 2.1.4 Âge

Si l'année de plantation n'est pas connue, une méthode non-invasive telle que celle décrite par White, (2000), peut être utilisée. Pour obtenir des données plus précises, une étude dendrochronologique peut être réalisée à l'aide d'une tarière de type « Pressler » et loupe binoculaire ou microscope.

## 2.2 Étape 2. Observations sur l'état de l'arbre

Après le recensement des informations de base, l'interrogation sur l'état de santé de l'arbre commence, ainsi que l'évaluation du risque. Ceci s'effectue en faisant une analyse visuelle de l'arbre

accompagnée si besoin est, par des investigations approfondies telles que décrites dans DIA partie II. Les observations sont multiples, allant de ce qui va peut-être « très bien » à ce qui va peut-être « moins bien ». Des dysfonctionnements physiologiques et des défauts mécaniques sont recherchés.

### 2.2.1 Le dysfonctionnement physiologique

Le dysfonctionnement physiologique est un processus physiologique qui ne fonctionne pas de façon optimale à la suite d'un changement des conditions de l'environnement, ou lorsqu'il est soumis à un facteur stressant. Le dysfonctionnement peut être réversible ou irréversible.

### 2.2.2 Le défaut mécanique

Le défaut mécanique est un élément anatomique, morphologique, biologique ou environnemental inhabituel, qui diminue le facteur de sécurité de la partie de l'arbre concernée. Le défaut peut être réversible ou irréversible.

## 2.3 Étape 3. Sélection des observations pertinentes

Des milliers d'observations sont possibles seules celles qui sont pertinentes, pour le diagnostic et la gestion, sont retenues. Chaque observation retenue concernant les désordres physiologiques et les défauts mécaniques de l'arbre est notée en fonction des échelles figurant en Fig.4 et Fig.5, page suivante.

## 2.4 Étape 4. Reconnaissance des facteurs déterminants

Les facteurs déterminants sont sélectionnés parmi tous les désordres décelés chez l'arbre.

Un facteur déterminant est un désordre physiologique ou un défaut mécanique qui menace de façon sensible l'avenir de l'arbre.

Dans DIA partie II, nous avons vu qu'un arbre peut présenter des déformations mécaniques ou des dysfonctionnements physiologiques, irréversibles

et locaux sans que l'ensemble du système n'en soit affecté. Par exemple, une branche de faible diamètre présentant une grave fissuration, poutre à risque déclaré, ce défaut n'est pas déterminant pour l'avenir de l'arbre et n'influence pas l'état global de l'arbre, car si la branche se rompt, l'avenir de l'arbre est peu affecté. Mais, dans le cas d'une charpentièrè majeure, la rupture entraînerait une diminution considérable dans la photosynthèse et une augmentation de l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les mécanismes de défense, ce qui pourrait mettre en péril l'avenir de l'arbre.

## 2.5 Étape 5. Détermination des états physiologiques et mécaniques généraux

Lorsque les facteurs déterminants sont reconnus, il est possible de se prononcer sur l'état physiologique général et l'état mécanique général de l'arbre :

### 2.5.1 État physiologique général

L'état physiologique général est le bilan des dysfonctionnements physiologiques décelés. Il tient compte uniquement des facteurs déterminants. Lorsqu'il y a plusieurs facteurs déterminants, la plus mauvaise des notes obtenues est choisie.

### 2.5.2 État mécanique général

L'état mécanique général est le bilan des défauts mécaniques décelés. Il tient compte uniquement des facteurs déterminants. Lorsqu'il y a plusieurs facteurs déterminants, la plus mauvaise des notes obtenues est choisie.

## 2.6 Étape 6. Détermination de l'état global

L'état global de l'arbre est le bilan des désordres physiologiques déterminants et/ou défauts mécaniques déterminants. Il s'agit de la pire des valeurs obtenues dans l'état physiologique général et dans l'état mécanique général.

| Etat                                                                              |   |              | Exemples                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Réserves                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | A | Excellent    | Arbre ne présentant pas de problème significatif.                                                                                                                                                                                                                                                           | Haut  |
|  | B | Bon          | Désordres liés aux problèmes passagers par exemple : défoliation partielle et ponctuelle, stress hydrique ponctuel), ou aux contraintes répétées dans le temps, mais qui n'entraînent pas de dépérissement. Arbre ou une partie de l'arbre présentant une baisse dans le niveau de réserves de métabolites. |       |
|  | C | Médiocre     | Arbre présentant un dysfonctionnement prononcé et/ou le dépérissement d'un ou des organes. Arbres présentant des réserves de métabolites médiocres.                                                                                                                                                         |       |
|  | D | Mauvais      | Déclenchement d'un dépérissement de l'ensemble des organes de l'arbre.                                                                                                                                                                                                                                      |       |
|  | E | Très mauvais | Arbre moribond ou mort. Réserves de métabolites très faible à non existants.                                                                                                                                                                                                                                | Bas   |

Fig.4 Gradation de l'état physiologique.

Évolution anticipée :

Le symbole « ↗ » ou « - » indique une possible amélioration dans les 5 ans à venir, le code couleur passerait par exemple d'orange en vert clair.

Le symbole « ↘ » ou « + » indique une possible dégradation de l'état d'un arbre dans les 5 ans à venir le code couleur passerait par exemple de vert clair en orange.

| Etat                                                                                |   |              | Facteur de sécurité                                                                                 | Typification du défaut.                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | A | Excellent    | Facteur de sécurité intact.                                                                         | L'arbre est mécaniquement optimisé. Des cavités volumineuses peuvent être présentes mais n'impactent pas le facteur de sécurité.                                                                                                          |
|  | B | Bon          | Facteur de sécurité partiellement diminué. La charge de service est inférieure à la charge de ruine | Défaut mécanique présent. Par exemple cavités symétriques où la paroi résiduelle est encore éloignée des valeurs critiques et avec absence de fissuration longitudinale. Une écorce incluse présentant des bons renforcements mécaniques. |
|  | C | Médiocre     | Facteur de sécurité égale à 1. La charge de service est à peu près égale à la charge de ruine.      | Défaut mécanique présent. Un facteur déclenchant assez fort, orage estivale par exemple, est nécessaire pour engendrer un échec.                                                                                                          |
|  | D | Mauvais      | La charge de service est supérieure à la charge de ruine.                                           | Défaut mécanique présent. Un facteur déclenchant assez faible est nécessaire pour engendrer un échec.                                                                                                                                     |
|  | E | Très mauvais | La charge de service est largement supérieure à la charge de ruine.                                 | Défaut mécanique présent. L'arbre risque de se briser sous son propre poids ou par une très faible force déclenchante.                                                                                                                    |

Fig.5 Gradation de l'état mécanique.

Lorsque le défaut est éloigné des valeurs critiques, (vert), le facteur de sécurité de l'arbre (charge de service / charge de ruine) est proche de la valeur normale pour un arbre sain. Le facteur de sécurité peut être partiellement diminué, le défaut est encore éloigné des seuils critiques, en ce cas, la partie défectueuse est classée vert clair. Lorsque la partie défectueuse approche des seuils critiques, le facteur de sécurité est diminué et approche la valeur 1 pour lequel la charge de service est égale à la charge de ruine, (orange).

Lorsque le défaut a dépassé les seuils critiques, la charge de service est supérieure à la charge de ruine (rouge et noir).

Évolution anticipée :

Le symbole « ↗ » ou « - » indique une possible amélioration dans les 5 ans à venir, le code couleur passerait par exemple d'orange en vert clair.

Le symbole « ↘ » ou « + » indique une possible dégradation de l'état d'un arbre dans les 5 ans à venir le code couleur passerait par exemple de vert clair en orange.

| ZONE I      |                        | Charpente   |                             | Tronc                                           |                   |
|-------------|------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| Notes 0 à 5 |                        | Notes 0 à 5 |                             | Notes 0 à 5<br>(>3 à 5 cas de multiples troncs) |                   |
| 0           | Pas de bois mort       | 0           | Pas de charpentièrre morte. | 0                                               | Pas de tronc mort |
| 1           | 1 à 5 branches mortes  | 1           | 1 charpentièrre morte       | 1                                               | 1 tronc mort      |
| 2           | 6 à 10 branches mortes | 2           | 2 charpentièrres mortes     | 2                                               | 2 troncs morts    |
| 3           | Encombré de bois mort  | 3           | > 3 charpentièrres mortes   | 3                                               | 3 troncs morts    |
| 4           | Zone I mort            | 4           | Charpente morte             | 4                                               | > 4 troncs morts  |

Fig.6 Bois mort : description quantitative et qualitative.

## 2.7 Note sur le bois mort

Pour des raisons énoncées dans la partie DIA II, il est souvent intéressant d'établir le profil du bois mort (rôle écologique, risque, diagnostic physiologique). Le bois mort n'est pas un défaut mécanique et doit toujours être évalué indépendamment de l'état mécanique. Le bois mort est quantifié et qualifié d'après Fig.6 (DIA partie II). Au besoin, le niveau de risque est déterminé.

élevé) à  $< 1/1000000$  (risque faible). Cette méthode propose un seuil pour le risque de dommages à  $1/10\ 000$  par an. Le gérant peut, s'il le souhaite, fixer ce seuil à un niveau inférieur ou supérieur.

La quantification des risques permet au gérant d'établir les ordres de priorité et d'allouer ses ressources de façon rationnelle. La note pratique d'utilisation est disponible sur le site [www.arbre.net](http://www.arbre.net) sous la rubrique les Cahiers d'Astelle.

## 2.8 Évaluation du risque

Le risque associé à un arbre peut être évalué en quantifiant les probabilités associées à :

1. La cible (% d'occupation du temps, valeur).
2. Potentiel d'impact de l'arbre ou d'une partie de l'arbre.
3. Probabilité de rupture.

Pour la quantification et la gestion des risques associés à l'arbre, la méthode QTRA est souvent utilisée : Ellison (2005), Quantified tree risk assessment, used in the management of amenity trees. QTRA. La gestion quantifiée des risques associés aux arbres d'agrément. Voir aussi : Helliwell (1990) ; Lonsdale (1999).

Trois valeurs sont évaluées sur le terrain : la cible, le potentiel d'impact et la probabilité de rupture. Les valeurs sont entrées dans une calculatrice QTRA qui donne le risque de dommages pour les 12 prochains mois. Le risque va de  $1/1$  (risque

### 2.8.1 Le profil de risque

Le profil de risque est constitué (voir Fig.21) :

1. Du risque immédiat.
2. De la réversibilité du risque, c'est-à-dire la possibilité d'atténuer le risque par traitement « doux ». Par traitement doux, il a entendu un traitement qui n'est pas néfaste à la physiologie de l'arbre.

Pour atténuer les risques, le gérant peut intervenir de 3 manières :

- Interventions visant la cible. Par exemple enlèvement de la cible, diminution de la fréquentation, périmètres de sécurité.
- Interventions visant le potentiel d'impact. Par exemple : allègements ou réductions, suppression du bois mort ou pièces défectueuses.
- Interventions visant la probabilité de rupture : suppression du bois mort ou des branches défectueuses, allègements, haubannage, par exemple.

La Fig.7 montre la codification du risque.

| Valeur | Code | Niveau de risque                                                                                                                                                                   |
|--------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | ■    | Il n'y a pas de risque de dommage significatif                                                                                                                                     |
| 1      | ■    | Il n'y a pas de risque de dommage significatif actuel, mais l'arbre nécessite un suivi rapproché. Par exemple : l'état de l'arbre pourrait se dégrader ; ou l'arbre a été haubané. |
| 2      | ■    | Il y a risque de dommage significatif.                                                                                                                                             |

Fig.7 Codification des risques.

## 2.9 Durée de maintien

La durée de maintien est remplie après l'appréciation des observations. Nous utilisons six séries comme illustrées en Fig.8.

| Série | Maintien  |
|-------|-----------|
| 1     | < 1 an    |
| 2     | < 5 ans   |
| 3     | < 10 ans  |
| 4     | < 20 ans  |
| 5     | > 20 ans  |
| 6     | Incertain |

Fig.8 Durée de maintien

## 2.10 La notion de « conduite minimale » et de « conduite choisie »

La conduite minimale est le type de conduite nécessaire afin d'assurer l'état de santé ou afin de ramener le risque à un niveau acceptable, ou afin de satisfaire d'autres objectifs de gestion. La Fig.9 montre quelques exemples.

|                                              |
|----------------------------------------------|
| Conduite en forme semi-libre                 |
| Conduite en volume réduit : réduction légère |
| Conduite en volume réduit : réduction sévère |
| Conduite en volume réduit : têtes de chat    |
| Conduite en volume réduit : trogne           |

Fig.9 Exemples de types de conduite

Lorsqu'il s'agit de plusieurs arbres sur un site ou d'un patrimoine entier, les décisions de gestion et de conduite ne peuvent être prises qu'après l'analyse des données enregistrées lors du

diagnostic. Il est possible d'interroger une base de données afin de connaître les différents profils d'un ensemble d'arbres. Par exemple : composition des espèces, pyramide des âges, forme, états de santé généraux, état de santé global, profil du bois mort, profil de risque. La conduite choisie est définie en fonction des objectifs globaux de gestion et du profil de santé de l'arbre ou de l'ensemble d'arbres en question.

## 2.11 Programme de travail et l'intervention minimale

Les interventions minimales sont des interventions nécessaires et suffisantes pour remédier ou pour compenser les défauts mécaniques et physiologiques rencontrés et pour assurer la santé de l'arbre à long terme. Elles sont allouées pour chaque arbre en fonction de la conduite choisie, de son profil de santé et de son profil de risque et selon les objectifs de gestion. La Fig.10 donne quelques exemples.

|                                       |
|---------------------------------------|
| Taille de formation                   |
| Taille d'entretien : forme semi-libre |
| Taille d'entretien : têtes de chat    |
| Suppression bois mort                 |
| Mulch en surface                      |
| Mulching vertical                     |
| Abattage                              |
| Examen : visuel                       |
| Examen : aérien                       |
| Examen : contrôle des haubans         |

Fig.10 Exemples d'interventions

### 2.11.1 Phénologie

Un programme de travail doit tenir compte de la phénologie de l'arbre. La Fig.11 résume les six périodes phénologiques de base pour les arbres en pays tempérés. La Fig.12 indique les périodes optimales en vert foncé et les périodes acceptables en vert clair, pour diverses interventions. Les périodes à éviter sont signalées en rouge. Parfois, une intervention doit être réalisée en urgence, pour la mise en sécurité d'un site par exemple. Dans ce cas la période phénologique est sans objet : 0, dernière ligne Fig.11.

| Période | Description                        | Caractéristiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Levée de la dormance               | Gonflement des bourgeons. Photosynthèse du phelloderme. Transformation des réserves d'amidon en sucres solubles. Forte activité des racines fines. Pression positive dans le système vasculaire du bois pour certaines espèces : noyer et érable à sucre par exemple.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2       | Croissance primaire                | Mise en place de la première unité de croissance et formation des feuilles. Forte baisse dans l'énergie potentielle de l'arbre. Démarrage de la croissance secondaire chez la plupart des arbres à zones poreuses. Fissuration du phellème. Forte activité de nombreux agents pathogènes. Mauvaise réaction de l'arbre à la suite de blessures et à l'élagage. Démarrage de la croissance secondaire chez la plupart des arbres à zones poreuses.                                                                                                        |
| 3       | Période de photosynthèse intensive | Feuilles pleinement formées. Augmentation de l'énergie potentielle de l'arbre. Pression négative dans le système vasculaire du bois. Pression négative dans le système vasculaire du bois.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4       | Croissance secondaire              | Mise en place de la couche de bois de l'année. Reconstitution des réserves de métabolites. Pression négative dans le système vasculaire du bois.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4/5     | Chute des feuilles                 | Période de transition. Très mauvaise réaction de l'arbre à la suite de blessures et à l'élagage. Mortalité des mycorhizes, fructification des champignons mycorhiziens.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5       | « Dormance », période hivernale    | Cette période est caractérisée par une forte activité au niveau des racines fines, en particulier le rétablissement des liaisons avec des champignons mycorhiziens. Les réserves d'amidon peuvent être momentanément transformées en sucres solubles soit pour former un « antigel » dans les vaisseaux par temps très froid, soit pour réparer l'embolie des gros vaisseaux chez certains arbres à zones poreuses, le noyer par exemple. La formation des sucres solubles se traduit généralement par une pression positive dans le système vasculaire. |
| 6       | Reproduction                       | Cette période est superposée à une ou plusieurs autres périodes et varie en fonction des espèces.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 0       | Sans objet. (Urgent).              | Parfois, une intervention d'urgence est nécessaire, la période phénologique est donc sans objet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Fig.11 Périodes phénologiques (pour les arbres des pays tempérés).

| Période | Diag Physio                                                                         | Diag Meca.                                                                          | Taille Semi libre                                                                   | Taille Trogne                                                                       | Taille Sévère                                                                       | Haubannage Feuilles persistantes                                                     | Haubannage Feuilles caduques                                                          | Plantation                                                                            | Soins du sol                                                                          |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                       |  |
| 2       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3       |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                       |  |
| 4       |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                       |  |
| 4/5     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fig.12 Période phénologique et interventions.

### 3 MISE EN PRATIQUE DE LA MÉTHODE DIA.

Dans cette partie, nous considérerons la mise en œuvre du diagnostic au moyen d'une fiche d'inventaire pour le terrain puis l'utilisation des outils informatiques pour la saisie des données et pour la présentation des résultats.

A l'Atelier de l'Arbre, nous avons comparé la prise de données sur le terrain par manuscrite et par informatique. Nous préférons le manuscrit parce que :

1. C'est plus rapide.
2. Le fait de saisir les données au bureau permet de revoir les données et d'homogénéiser les résultats.

#### 3.1 Méthode fermée / méthode ouverte

Dans une méthode fermée, l'utilisateur doit choisir dans une liste d'options ou cocher dans des boîtes de choix. Ceci devient rapidement contraignant car il y a un nombre infini de problèmes et de syndromes rencontrés chez les arbres. Les syndromes sont parfois complexes et comprennent plusieurs symptômes, contraintes et agents pathogènes. Comme les listes de choix deviennent rapidement contraignantes, la phrase écrite par la main de l'homme est nécessaire. Pour un jeune arbre en bon état, il n'y aurait peut-être pas grand-chose à dire, cependant pour un chêne de 4 siècles il peut y avoir beaucoup d'observations à saisir ainsi que des photographies et des résultats d'analyses approfondies à intégrer. En ce qui concerne l'informatique, ceci se traduit par une application fermée, ou une application ouverte, ou encore, une application mixte.

Dans l'exemple de l'application de la méthode DIA qui suit, il y a des parties fermées et des parties ouvertes. Les parties fermées permettant une analyse précise des informations, la partie ouverte laisse la liberté de décrire l'arbre en autant de détails que nécessaires.

#### 3.2 Une fiche de terrain pour la saisie des informations

La **Fig.13** montre une fiche pour la saisie des informations in situ :

- Le carré rouge indique la zone utilisée pour la saisie des informations de base. Les essences, le stade de développement et la forme sont fermés, il faut choisir dans des listes de choix : Forme, exemples en **Fig.2**. Stade de développement **Fig.3**. Les mensurations réelles sont enregistrées : circonférence, hauteur, envergure.
- Le carré orange indique les lignes où sont saisies les observations. La première colonne est fermée, il faut choisir dans une liste : la partie de l'arbre concernée, décrire une note, ou enregistrer l'état général (EG). La deuxième colonne est ouverte, l'utilisateur décrit son observation. Les 7 colonnes qui suivent sont fermées, il faut choisir dans les tableaux 2, 3, 4 et 9, et indiquer si oui ou non il s'agit d'un facteur déterminant (FD). Dans la **Fig.14** l'utilisation de cet espace est expliquée.
- Le carré vert permet d'enregistrer la durée de vie selon la **Fig.8**.
- Le carré bleu indique les lignes utilisées pour saisir les préconisations : le type de conduite choisie pour l'arbre et le programme de travail. Le type de conduite, l'intervention, la période phénologique (PP) et l'année sont fermées, il faut choisir dans des listes de choix. L'intervention peut être accompagnée par un commentaire au besoin, partie ouverte. Enfin, il est possible de saisir le prix estimé pour l'intervention.

S'il y a peu d'observations, la feuille peut contenir des informations pour 18 arbres. S'il y a beaucoup d'observations la page entière peut être utilisée pour un seul arbre. L'utilisateur peut rentrer autant de lignes d'observations que nécessaires. La fiche montre plusieurs arbres hypothétiques.

| Atelier de l'Arbre. Fiche d'inventaire D.I.A. |                      |               |          | Date :                                                               | 01/04/2020 | Étude : |   | Localité : |   | Station : |   | Page :                | sur    |                  |                              |      |    |
|-----------------------------------------------|----------------------|---------------|----------|----------------------------------------------------------------------|------------|---------|---|------------|---|-----------|---|-----------------------|--------|------------------|------------------------------|------|----|
| N°                                            | Essence / Stade      |               | Partie / | Commentaire                                                          |            |         |   | État       | F | État      | F | B                     | Risque | Gestion minimale | An                           | PP   | €  |
|                                               | Forme / C x Ht x Env | Notes / EG    |          |                                                                      |            |         |   | Phys       | d | Mec       | d | m                     | Imm    | Rev              | Traitements                  |      |    |
| 1                                             | Plat.ace             | Adulte        | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | A         |   |                       | 0      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      | 45 |
| 2                                             | Plat.ace             | Adulte        | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | A         |   |                       | 0      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      | 45 |
| 3                                             | Plat.ace             | Adulte        | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | A         |   |                       | 0      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      | 45 |
| 4                                             | Plat.ace             | Adulte        | I        | Bois mort 10 – 20cm de diamètre. Élagage naturel.                    |            |         |   |            |   |           |   | 4                     | 2      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 | EG       |                                                                      |            |         | A |            |   | 2         | 0 | Suppression bois mort | 2020   | 0                | 200                          |      |    |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   | Examen visuel         | 2025   | 3                | 45                           |      |    |
| 5                                             | Plat.ace             | Adulte        | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | A         |   |                       | 0      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      | 45 |
| 6                                             | Plat.ace             | Adulte        | II       | Charpentière, fissure basale, 15m du sol, O.                         |            |         |   |            |   | C         |   |                       | 2      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 | IV       | Perreniporia fraxinea O et S. Résistographe x 3. Altération interne. |            |         |   |            |   | B         | x |                       | 1      | 1                | Mise au gabarit              | 2020 | 0  |
|                                               | DM                   | >20           | I        | Rejets sur tronc gênant la circulation.                              |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Suppression bois mort        | 2020 | 0  |
|                                               |                      |               | I        | Bois mort 10 – 20cm de diamètre. Élagage naturel.                    |            |         |   |            |   |           |   | 4                     | 2      | 0                | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               |                      |               | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | B         |   |                       | 2      | 1                |                              |      |    |
| 7                                             | Plat.ace             | Adulte        | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | A         |   |                       | 0      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      | 45 |
| 8                                             | Plat.ace             | Adulte        | EG       |                                                                      |            |         |   | A          |   | A         |   |                       | 0      | 0                | Maintien en forme semi libre |      |    |
|                                               | SL                   | 253 x 27 x 15 |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  | Examen visuel                | 2025 | 3  |
|                                               | DM                   | >20           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      | 45 |
|                                               |                      | x x           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      |    |
|                                               | DM                   |               |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      |    |
|                                               |                      | x x           |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      |    |
|                                               | DM                   |               |          |                                                                      |            |         |   |            |   |           |   |                       |        |                  |                              |      |    |

Fig.13 Fiche de terrain pour enregistrement des données.

La Fig.14 montre le principe de saisie des observations. Les colonnes 3 à 7 sont facultatives et sont utilisées au besoin et selon le type d'observation. Pour minimiser le nombre d'observations, enregistrer uniquement les problèmes ayant un effet significatif ou potentiellement significatif sur l'état de l'arbre ou le risque présenté par un arbre. Le nombre d'observations est illimité, il s'agit de décrire l'état de l'arbre aussi précisément que nécessaire.

Il y a quelques règles à respecter pour la saisie des observations :

- Une (ou plusieurs) ligne/s par observation. Ne pas mélanger les observations.
- S'il s'agit d'une observation en hauteur mettre la hauteur et le point cardinal. Ceci permettra à vos interlocuteurs de localiser le problème.
- S'il s'agit d'une observation au niveau du sol, signalez simplement le point cardinal.

| 1                                                      | 2            | 3          |    | 4         |    | 5         | 6           | 7           |
|--------------------------------------------------------|--------------|------------|----|-----------|----|-----------|-------------|-------------|
| Partie de l'arbre concernée/ notes/ État global        | Observations | Etat Phys. | FD | Etat Méc. | FD | Bois mort | Risque Imm. | Risque Rev. |
| Zone I                                                 |              |            |    |           |    |           |             |             |
| Zone II                                                |              |            |    |           |    |           |             |             |
| Zone III                                               |              |            |    |           |    |           |             |             |
| Zone IV Collet                                         |              |            |    |           |    |           |             |             |
| Zone V Racines de support                              |              |            |    |           |    |           |             |             |
| Zones VI et VII Racines d'exploration et racines fines |              |            |    |           |    |           |             |             |
| État général                                           |              |            |    |           |    |           |             |             |
| Notes                                                  |              |            |    |           |    |           |             |             |

Fig.14 Tableau pour l'enregistrement des observations.

| Colonne | Utilisation                              | Commentaires                                                                                                                                                                                                                 |
|---------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Cette colonne est multifonctionnelle :   |                                                                                                                                                                                                                              |
|         | Indique la partie de l'arbre concernée.  | Zone I<br>Zone II (Charpente)<br>Zone III (Tronc)<br>Zone IV (Collet)<br>Zone V (Racines de support)<br>Zone VI (Racines d'exploration et racines fines.<br>Les colonnes 4 à 7 ne sont pas à renseigner).                    |
|         | Notes.                                   | Noter les facteurs particuliers pouvant intervenir dans les décisions de gestion ; par exemple : monuments historiques valeur pour la faune et la flore, forme particulière.<br>Les colonnes 3 à 7 ne sont pas à renseigner. |
|         | État général.                            | Au besoin : Indiquer l'état général de l'arbre et le profil de risque. La présence du bois mort n'est pas renseignée.                                                                                                        |
| 2       | Indique l'observation.                   | Noter la direction cardinale et la hauteur par rapport au sol de façon à retrouver facilement le symptôme.                                                                                                                   |
| 3       | Indique la note de l'état physiologique. | Note de A à E. Voir Fig.4.<br>Cochez la case « FD » s'il s'agit d'un facteur déterminant.                                                                                                                                    |
| 4       | Indique la note de l'état mécanique.     | Note de A à E. Voir Fig.5.<br>Cochez la case « FD » s'il s'agit d'un facteur déterminant.                                                                                                                                    |
| 5       | Indique la note du bois mort.            | Voir Fig.6.<br>Il convient de noter l'origine du bois mort dans les observations en colonne 2 : élagage naturel ? Stress physiologique excessif ? Descente de cime ?                                                         |
| 6       | Indique le risque immédiat.              | Voir Fig.7.                                                                                                                                                                                                                  |
| 7       | Indique la réversibilité du risque.      | Voir Fig.7.                                                                                                                                                                                                                  |

### 3.3 Outils informatiques et la fiche individuelle de l'arbre

Pour la présentation et l'analyse des données sous la forme de fiches individuelles des arbres, des outils informatiques s'exigent, allant des traitements de texte jusqu'aux bases de données interrelationnelles.

#### 3.3.1 Traitement de texte ou tableur

Si vous avez un petit nombre d'arbres un simple logiciel de traitement de texte où un tableur peut être utilisé. Ceci est illustré en Fig.15.

| Circonférence (C) en cm à 1,3 m du sol. Hauteur (H) en mètres. |                                                                                                                                                                 | Etat  |    |      |    |    | Risque |      |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|------|----|----|--------|------|
| N°                                                             | Commentaires                                                                                                                                                    | Phys. | FD | Méc. | FD | BM | Imm.   | Rev. |
| <b>39371</b>                                                   | <b>Cèdre de l'atlas. <i>Cedrus atlantica</i>. Adulte. C362 x H30. Semi-libre.</b>                                                                               |       |    |      |    |    |        |      |
| III                                                            | Inclusion de l'écorce de la première fourche située à 10m du sol côté Est, est fissurée sur environ 4 m. Celle-ci est consolidée par deux broches et un hauban. |       |    |      | X  |    |        |      |
| II                                                             | Une charpentièrre côté Est Ca 15 m du sol, avec un arrachement récent présente un ancrage douteux avec une nécrose corticale. Non déterminant pour l'arbre.     |       |    |      |    |    |        |      |
| I                                                              | Mauvaise rétention des aiguilles, le houppier est clair.                                                                                                        |       | X  |      |    |    |        |      |
| VI VII                                                         | Note : Mulch récent en place.                                                                                                                                   |       |    |      |    |    |        |      |
|                                                                | État général                                                                                                                                                    |       |    |      |    |    |        |      |
| <b>43642</b>                                                   | <b>Séquoia géant. <i>Sequoiadendron giganteum</i>. Adulte. C822 x H44. Semi-libre.</b>                                                                          |       |    |      |    |    |        |      |
| II                                                             | Inclusion de l'écorce de la première fourche à environ 20 m du sol fissurée, consolidée par deux broches et des haubans.                                        |       |    |      | X  |    |        |      |
| II                                                             | Traces d'étranglement sur les troncs en hauteur dus à l'ancien système d'haubanage.                                                                             |       |    |      | X  |    |        |      |
| I                                                              | Le houppier est très clair avec une présence éparse de <i>Botryosphaeria</i> .                                                                                  |       | X  |      |    |    |        |      |
|                                                                | État général                                                                                                                                                    |       |    |      |    |    |        |      |
| <b>43633</b>                                                   | <b>Tilleul argenté. <i>Tilia tomentosa</i>. Adulte. C360 x H25. Semi libre.</b>                                                                                 |       |    |      |    |    |        |      |
| III                                                            | Multiples lésions corticales basales autour du tronc, <i>Phytophthora spp</i> probable.                                                                         |       | X  |      |    |    |        |      |
| III                                                            | Ancienne lésion corticale longitudinale sur la face Sud du tronc côté Nord à 10m du sol.                                                                        |       | X  |      |    |    |        |      |
| I                                                              | Le houppier est un peu clair, avec quelques rameaux morts en périphérie.                                                                                        |       | X  |      |    |    |        |      |
| II                                                             | Multiples inclusions, l'ancien système d'haubanage a récemment été révisé.                                                                                      |       |    |      | X  |    |        |      |
| I                                                              | Bois mort, diamètre Ca 20 cm. Élagage naturel.                                                                                                                  |       |    |      |    | 3  |        |      |
|                                                                | État général                                                                                                                                                    |       |    |      |    |    |        |      |
| <b>26992</b>                                                   | <b>Hêtre commun. <i>Fagus sylvatica</i>. Adulte. C335 x H25. Semi libre.</b>                                                                                    |       |    |      |    |    |        |      |
| IV                                                             | Plusieurs lésions corticales remontantes au collet. Quatre sondages au résistographe et deux carottages ont été effectués. Dégradation remontante.              |       | ↘  | X    |    |    |        |      |
| V                                                              | Présence du polypore géant.                                                                                                                                     |       | ↘  | X    |    |    |        |      |
| I                                                              | Le houppier est très clair avec beaucoup de rameaux morts en périphérie.                                                                                        |       | X  |      |    |    |        |      |
|                                                                | État général                                                                                                                                                    |       | ↘  | ↘    |    |    |        |      |
| <b>43633</b>                                                   | <b>Tilleul argenté. <i>Tilia tomentosa</i>. Adulte. C375 x H27. Semi libre.</b>                                                                                 |       |    |      |    |    |        |      |
|                                                                | État général                                                                                                                                                    |       |    |      |    |    |        |      |

Fig.15 Synthèse des observations.

### 3.3.2 Base de données interrelationnelles

Lorsqu'il s'agit d'un grand nombre d'arbres, une base de données interrelationnelles s'impose. Ces outils ont plusieurs avantages :

- Ils facilitent la saisie des données.
- Ils permettent d'intégrer des icônes pour la visualisation des données.
- Ils permettent de réaliser des analyses des données à différents niveaux.

A l'Atelier de l'Arbre, nous développons un système-expert DIA depuis plus de 25 ans, Moore (1996). Nous illustrons l'utilisation de la méthode DIA à travers cette application.

La Fig.16 montre une fiche individuelle ressortant de l'application. Les Fig.17 à Fig.21 expliquent

l'utilisation des icônes. Dans l'outil informatique, les icônes sont automatiquement mises à jour par analyse des observations. S'il n'y a pas d'observation, l'outil considère que l'arbre est en excellent état et tout s'affiche en vert foncé « A ».

#### 3.3.2.1 Le profil de l'état physiologique et mécanique

L'icône en Fig.17 est utilisée pour présenter l'état physiologique et mécanique de l'arbre. Les deux cercles extérieurs montrent l'état physiologique général et l'état mécanique général. Le schéma au centre montre les défauts mécaniques pour les différentes zones de l'arbre, facteurs déterminants en non-déterminants tout confondus.

|                                                                              |                                     |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>8</b>                                                                     | Essence : <i>Tilia platyphyllos</i> |                                                              | H/D: 28                   |  |  |  | Etat global |
|                                                                              | C x H x Env. : 403 x 36 x 18        |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
|                                                                              | Forme : Semi libre                  |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
|                                                                              | Stade : 5 : Adulte                  |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
|                                                                              | Cible : 2                           |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| Durée de maintien : > 20 ans                                                 |                                     | ZPR: 15,4                                                    |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| Intégration Sans objet                                                       |                                     |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| Conduite minimale : Maintien en forme semi libre                             |                                     |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| <b>Observations</b>                                                          |                                     |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| Date                                                                         | Zone<br>Etat global<br>Notes        | Commentaires                                                 | Etat<br>Phys.f.d. Méc.f.d |                                                                                     | BM                                                                                   | Risque<br>Imm. Rev.                                                                  |             |
| 16/03/2020                                                                   | I                                   | Bois mort sur sentier, diamètre Ca 20cm. Risque QTRA 1/5000. | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>                                                            | 3                                                                                    | 2                                                                                    | 0           |
| 16/03/2020                                                                   | III                                 | Broussin impressionnant à 3m du sol NE.                      | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>                                                            |                                                                                      | 0                                                                                    | 0           |
| 16/03/2020                                                                   | VI / VII                            | Mulch en place depuis 2019.                                  | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>                                                            |                                                                                      | 0                                                                                    | 0           |
| 16/03/2020                                                                   | Notes                               | Arbre remarquable. Planté en 1880.                           | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>                                                            |                                                                                      | 0                                                                                    | 0           |
| Conduite choisie : Maintien en forme semi libre                              |                                     |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| Programme de travail en fonction de la conduite choisie et les observations. |                                     |                                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |
| Année                                                                        | Période phéno.                      | Intervention                                                 | Commentaires              | Date effectuée                                                                      | Ets.                                                                                 | Reportée :<br>année                                                                  |             |
| 2020                                                                         | 0                                   | Suppression bois mort                                        |                           | 15/05/2021                                                                          | If. Sarl.                                                                            |                                                                                      |             |
| 2026                                                                         | 3                                   | Examen : visuel                                              |                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |             |

Fig.16 Fiche individuelle. Extrait du système expert Atelier de l'Arbre.

Note. La fiche montre : le rapport Hauteur / Diamètre (H/D). La « ZPR » est le diamètre en mètres de la zone de protection racinaire minimum en cas de travaux à proximité de l'arbre. Cible : QTRA série 1 à 6.

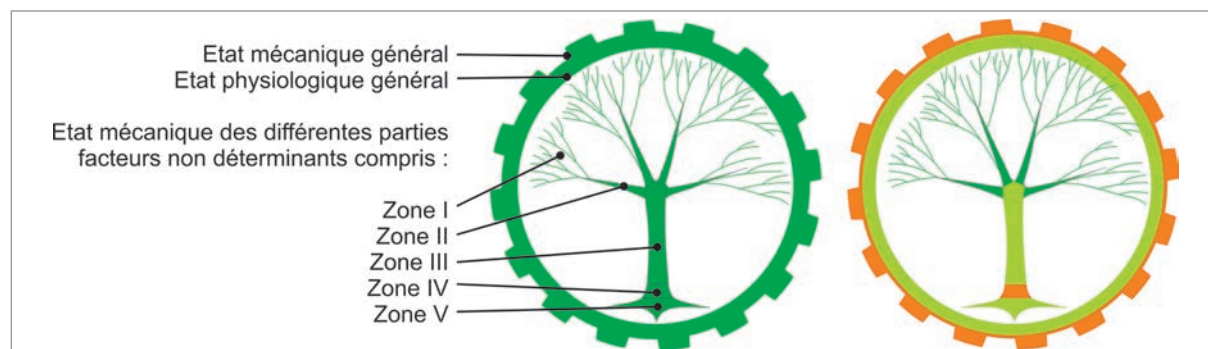


Fig.17 Icône pour la présentation du profil de l'état physiologique et mécanique de l'arbre.

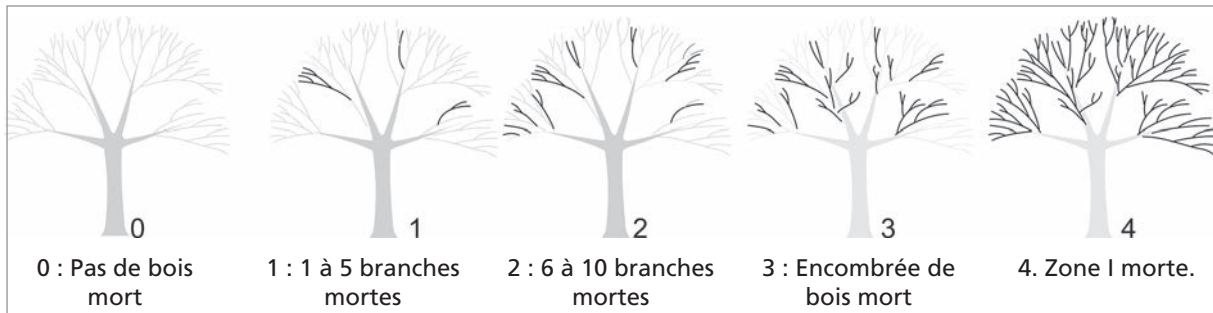


Fig.18 Présentation de la présence du bois mort pour la Zone I.

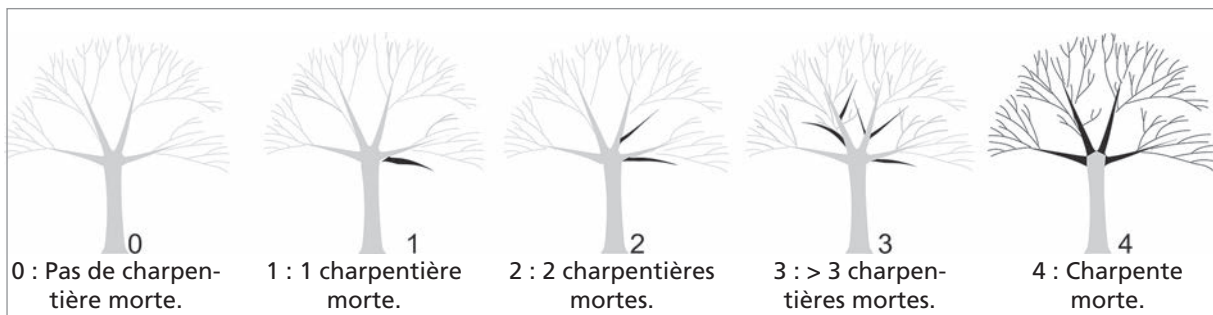


Fig.19 Présentation de la présence du bois mort pour la Zone II, notes 1 à 5.

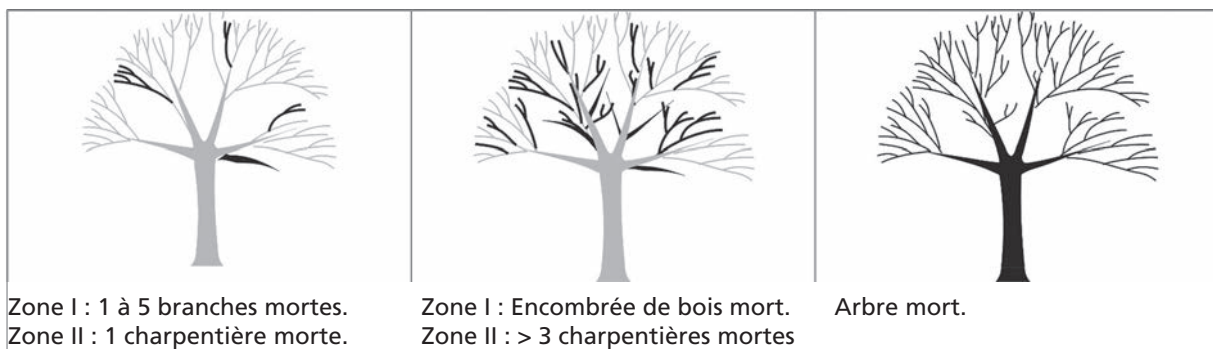


Fig.20 Exemples de profils de bois mort.

### 3.3.2.2 Le profil du bois mort

La présence du bois mort est également présentée à l'aide d'icônes. Les Fig.18 et Fig.19 montrent la présence du bois mort pour la Zone I et pour la charpente. La Fig.20 illustre trois exemples d'utilisation.

### 3.3.2.3 Profil de risque

Le risque immédiat est la pire des valeurs de risque obtenues pour l'ensemble des observations.

Le risque immédiat est présenté sous la forme d'un premier triangle Fig.21. La réversibilité du risque est présentée par un deuxième triangle à l'extérieur du premier. Cosson et Moore, (2003).

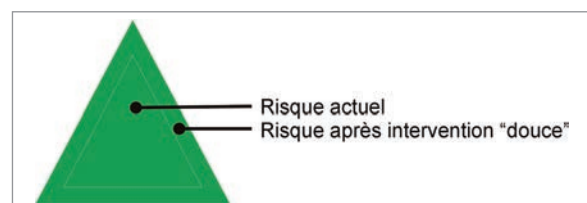


Fig.21 Représentation graphique du profil de risque.

## 4 ÉTUDES DE CAS

La méthode DIA peut être utilisée pour les arbres individuels ou pour les groupes d'arbres de nombre illimité. Ici nous étudions un arbre de parc et un alignement de 20 platanes de grand développement en bordure de route.

### 4.1 Arbre de parc

Il s'agit d'un zelkova du Japon (*Zelkova serrata*), situé dans un jardin public, Fig.22. Cet arbre patrimonial est sans doute un des plus beaux spécimens en Europe. Il a été suivi avec la

méthode DIA depuis 2006, Fig.24, et régulièrement entretenu par taille, suppression du bois mort pour les raisons des risques présentés pour le public. Il a été conseillé de supprimer le gazon anglais près de cet arbre faute de favoriser le développement du pourridié par les apports d'azote. La mise en place d'un mulch a été conseillée pour optimiser les conditions édaphiques et de favoriser les mycorhizes. Le traitement n'a pas été réalisé et l'armillaire se manifeste en Zone V et l'arbre est partiellement déraciné en octobre 2020, Fig.23. Afin d'éviter le basculement complet, un étai a été construit et posé le même mois.



Fig.22 2006



Fig.23 2020

**39**      Essence : *Zelkova serrata*  
 C x H x Env. : 432 x 34 x 25      H/D: 25  
 Forme : Semi libre  
 Stade : 5 : Adulte  
 Cible : 2  
 Durée de maintien : Incertain      ZPR: 16,5  
 Intégration Sans objet  
 Conduite minimale : **Maintien en forme semi libre**



Etat global

---

**Observations**

| Date       | Zone<br>Etat global<br>Notes | Commentaires                                                                                                                                                                                                                                       | Etat                     |                          |                                     | Risque                              |      |   |
|------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|---|
|            |                              |                                                                                                                                                                                                                                                    | Phys.f.d.                | Méc.f.d.                 | BM                                  | Imm.                                | Rev. |   |
| 02/05/2006 | I                            | Bois mort, diamètre 10cm, élagage naturel.                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3                                   | 2                                   | 0    |   |
| 02/05/2006 | II                           | Multiples frottements entre les charpentières.                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |                                     |      |   |
| 02/05/2006 | II                           | Ovalisation dans le mauvais sens de l'axe Ouest entre 6 et 8m du sol et l'axe central de 5 à 7m.                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> | ?                        | <input type="checkbox"/>            | ?                                   | ?    |   |
| 02/05/2006 | Notes                        | Arbre patrimonial.                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     | 0                                   | 0    |   |
| 30/08/2006 | I                            | Bois mort supprimé.                                                                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0                                   | 0                                   | 0    |   |
| 30/08/2006 | II                           | Examen aérien : Rien à signaler suite à l'examen des axes ovalisés.                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> | A                        | <input type="checkbox"/>            | 0                                   | 0    |   |
| 14/06/2011 | I                            | Bois mort diamètre 10cm. Elagage naturel.                                                                                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3                                   | 2                                   | 0    |   |
| 20/09/2011 | I                            | Taille d'entretien réalisée récemment, bois mort supprimé.                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0                                   | 0                                   | 0    |   |
| 22/06/2016 | Notes                        | Nacelle : bon état général.                                                                                                                                                                                                                        | A                        | <input type="checkbox"/> | A                                   | <input type="checkbox"/>            | 0    | 0 |
| 21/10/2020 | V                            | Déracinement partiel de l'arbre après orage du 21/10/2021, échelle Beaufort 9. A noter, tempête du 13/2/2020 échelle Beaufort 11. En 2020 il y a eu sept intempéries variant de 8 à 11 sur l'échelle de Beaufort. Arbre incliné vers le sud-ouest. | B                        | <input type="checkbox"/> | D                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | 2    | 1 |
| 30/10/2020 | III                          | Un étau a été mis en place.                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> | B                        | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | 1    | 1 |
| 30/04/2021 | V                            | Carottage des racines du côté tension : dégradation sur la face inférieure des racines; Armillaire suspecté.                                                                                                                                       | B                        | <input type="checkbox"/> | B                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | 1    | 1 |
| 12/07/2022 | I                            | Etat correct du houppier, il n'y a pas de symptôme de dépérissement.                                                                                                                                                                               | A                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |      |   |
| 12/07/2022 | IV                           | Fructifications dégradées d'armillaire à proximité collet.                                                                                                                                                                                         | B                        | <input type="checkbox"/> | B                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | 1    | 1 |

---

**Conduite choisie : Maintien en forme semi libre**

---

**Programme de travail en fonction de la conduite choisie et les observations.**

| Année | Période phéno. | Intervention                 | Commentaires                                                 | Date effectuée | Ets.           | Reportée :<br>année |
|-------|----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------|
|       |                |                              |                                                              |                |                |                     |
| 2006  | 6              | Mulch en surface             | Non effectué                                                 |                |                | 2011                |
| 2006  | 0              | Suppression bois mort        |                                                              | 07/07/2006     | Atelier de l'A |                     |
| 2011  | 6              | Examen : visuel              |                                                              | 14/06/2011     | Atelier de l'A |                     |
| 2011  | 0              | Suppression bois mort        |                                                              | 30/08/2011     | En régie       |                     |
| 2011  | 6              | Mulch en surface             | Non effectué                                                 |                |                | 2012                |
| 2011  | 0              | Examen : aérien, nacelle     |                                                              | 20/09/2011     | Atelier de l'A |                     |
| 2016  | 6              | Mulch en surface             | Non effectué                                                 |                |                | 2017                |
| 2016  | 0              | Examen : aérien, nacelle     |                                                              | 22/06/2016     | Atelier de l'A |                     |
| 2016  | 4              | Examen : visuel              |                                                              | 27/04/2016     | Atelier de l'A |                     |
| 2017  | 6              | Mulch en surface             | Non effectué                                                 |                |                | 2018                |
| 2020  | 0              | Etagage                      |                                                              | 30/10/2020     | En régie       |                     |
| 2020  | 0              | Examen : visuel              | Examen d'urgence après déracinement partiel.                 | 25/10/2020     | Atelier de l'A |                     |
| 2021  | 3              | Examen : visuel              | Examen complémentaire des racines et contrôle de l'étau.     | 21/10/2020     | Atelier de l'A |                     |
| 2021  | 6              | Mulch en surface             | Non effectué                                                 |                |                | 2021                |
| 2022  | 0              | Mulch en surface et vertical | Mulch indispensable pour cet arbre remarquable. Non effectué |                |                | 2022                |
| 2022  | 3              | Examen : visuel              |                                                              | 12/07/2022     | Atelier de l'A |                     |

Fig.24 La fiche individuelle de l'arbre en question.

## 4.2 Double alignement de platanes

Ici nous utiliserons l'exemple d'un double alignement composé de 20 platanes de grand développement en bordure de route Fig.25.

### 4.2.1 Exemple, arbre N°1

Dans cet exemple, Fig.26, il n'y a pas d'observation particulière. L'arbre est en excellent état et ne présente pas de risque significatif.

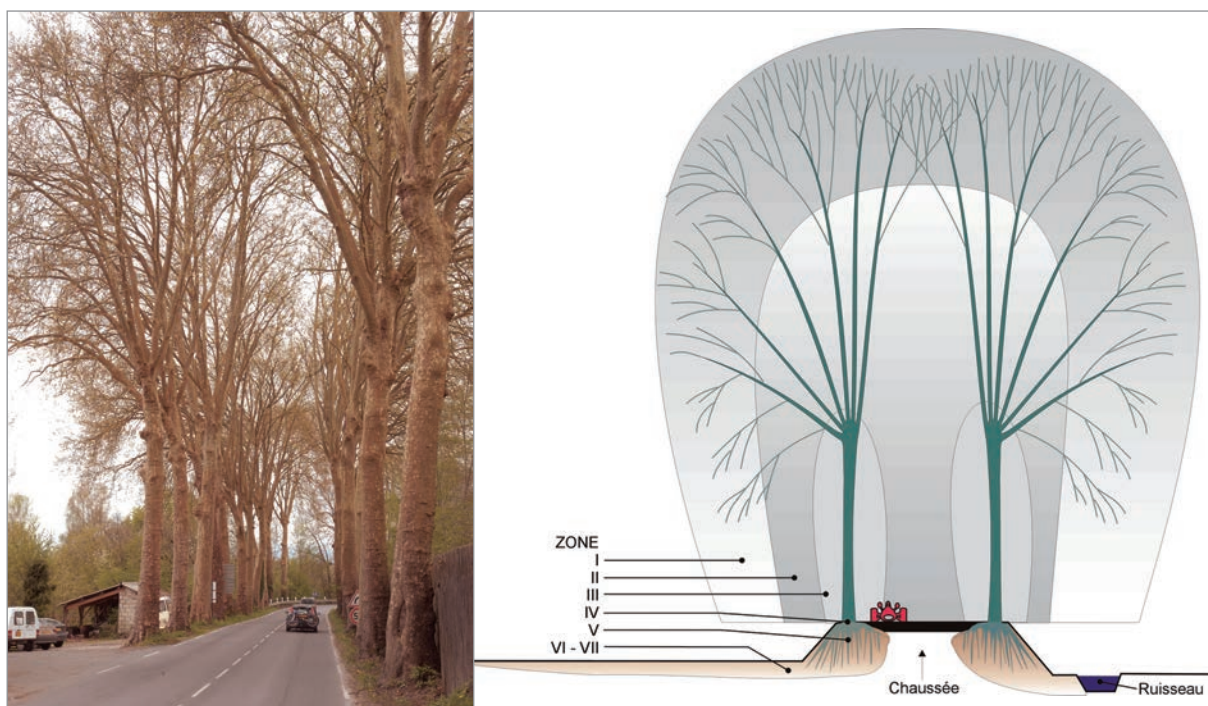


Fig.25 L'alignement en question.

Arbres adultes en forme semi-libre, anciennement étêtés à 10m du sol avec ré-intercalation de la Zone II. Le ruisseau à droite bloque le développement des zones VI et VII. A gauche il s'agit d'une prairie.

|                                                                              |                                      |                 |              |                      |                      |                      |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>1</b>                                                                     | Essence : <i>Platanus acerifolia</i> |                 | H/D: 47      |                      |                      |                      |
|                                                                              | C x H x Env. : 239 x 36 x 18         |                 |              |                      |                      |                      |
|                                                                              | Forme : Semi libre : étêtée ancienne |                 |              |                      |                      |                      |
|                                                                              | Stade : 5 : Adulte                   |                 |              |                      |                      |                      |
|                                                                              | Cible : 2                            |                 |              |                      |                      |                      |
| Durée de maintien : > 20 ans                                                 |                                      | ZPR: 9,13       |              |                      |                      |                      |
| Intégration Sans objet                                                       |                                      |                 |              |                      |                      |                      |
| Conduite minimale : <b>Maintien en forme semi libre</b>                      |                                      |                 |              |                      |                      |                      |
| Conduite choisie : <b>Maintien en forme semi libre</b>                       |                                      |                 |              |                      |                      |                      |
| Programme de travail en fonction de la conduite choisie et les observations. |                                      |                 |              |                      |                      |                      |
| Année                                                                        | Période phéno.                       | Intervention    | Commentaires | Date effectuée       | Ets.                 | Reportée : année     |
| 2026                                                                         | 3                                    | Examen : visuel |              | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Fig.26 Exemple arbre N°1.

#### 4.2.1 Exemple, arbre N°2, Fig.27

##### 4.2.2.1 Zone I

L'anthracnose a provoqué un stress en entraînant la perte de 25 % de la surface foliaire. Les feuilles seront remplacées par des nouvelles. Il s'agit d'un stress passager, note : « B », bon.

Il y a quelques ramifications mortes : note 1 (1 à 5 branches mortes), qui présentent un risque significatif pour la voirie. Le risque peut être atténué par élagage.

##### 4.2.2.2 Zone II

Il y a une branche vrillée par suite d'une intempérie, état mécanique note « C », médiocre, non déterminante. Elle présente un risque significatif pour la voirie. Le risque peut être atténué par traitement doux.

##### 4.2.2.3 Zone III

Le tronc a été blessé par un impact de voiture. Le bois commence à se dégrader formant une cavité symétrique avec une fissure longitudinale dans la paroi. Il y a une bonne croissance adaptative et une bonne compartimentation. Note « B », bon, facteur déterminant. Il n'y a pas de risque significatif.

| <b>2</b>                                                                            | Essence : <i>Platanus acerifolia</i> |                                                                                                                                  | H/D: 44                            |  |  |  | Etat global |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                                     | C x H x Env. : 257 x 36 x 18         |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                                     | Forme : Semi libre : étêtée ancienne |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                                     | Stade : 5 : Adulte                   |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                                     | Cible : 2                            |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Durée de maintien : > 20 ans                                                        |                                      | ZPR: 9,82                                                                                                                        |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Intégration Sans objet                                                              |                                      |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Conduite minimale : Maintien en forme semi libre                                    |                                      |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| <b>Observations</b>                                                                 |                                      |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Date                                                                                | Zone<br>Etat global<br>Notes         | Commentaires                                                                                                                     | Etat                               |                                                                                      |                                                                                       | Risque                                                                                |             |
|                                                                                     |                                      |                                                                                                                                  | Phys.fd.                           | Méc.fd                                                                               | BM                                                                                    | Imm.                                                                                  | Rev.        |
| 16/03/2022                                                                          | I                                    | Anthracnose ( <i>Apiognomonina venata</i> ) : perte des feuilles 25%.                                                            | B                                  | <input checked="" type="checkbox"/>                                                  | <input type="checkbox"/>                                                              | 0                                                                                     | 0           |
| 16/03/2022                                                                          | II                                   | Branche vrillée ca 23m du sol, SE.                                                                                               | <input type="checkbox"/>           | C                                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                              | 2                                                                                     | 0           |
| 16/03/2022                                                                          | II                                   | Bois mort, élagage naturel, 20 à 10cm de diamètre.                                                                               | <input type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>                                                             | 1                                                                                     | 2                                                                                     | 0           |
| 16/03/2022                                                                          | III                                  | Blessure basale SE ; 60cm x 90cm, ancien impact de voiture. Dégradation symétrique avec une fissure longitudinale dans la paroi. | <input type="checkbox"/>           | B                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/>                                                   | 0                                                                                     | 0           |
| <b>Conduite choisie : Maintien en forme semi libre</b>                              |                                      |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| <b>Programme de travail en fonction de la conduite choisie et les observations.</b> |                                      |                                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Année                                                                               | Période phéno.                       | Intervention                                                                                                                     | Commentaires                       | Date effectuée                                                                       | Ets.                                                                                  | Reportée :<br>année                                                                   |             |
| 2022                                                                                | 0                                    | Taille particulière                                                                                                              | Branche vrillée ca 23m du sol, SE. |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| 2022                                                                                | 0                                    | Suppression bois mort                                                                                                            |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| 2026                                                                                | 3                                    | Examen : visuel                                                                                                                  |                                    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |

Fig.27 Exemple arbre N°2.

### 4.2.3 Exemple, arbre N°10 Fig.28

#### 4.2.3.1 Zone I

L'anthracnose a provoqué un stress léger en entraînant la perte de 25 % de la surface foliaire. Les feuilles seront remplacées par des nouvelles. Il s'agit d'un stress passager, note : B, bon.

Il y a quelques ramifications mortes : note 1 (1 à 5 branches mortes), qui présentent un risque significatif pour la voirie. Le risque peut être atténué par traitement doux.

#### 4.2.3.2 Zone II

Une charpentièrè présente une infection par le champignon *Inonotus hispidus*. Un sondage par Résistographe a permis de constater que la paroi résiduelle est largement suffisante. Cependant comme il s'agit d'un chancre pérenne situé proche du point d'ancrage, le défaut est évalué en « B », bon. Il ne s'agit pas d'un facteur déterminant.

| <b>10</b>                                                                    | Essence : <i>Platanus acerifolia</i>             |                                                                                                         | H/D: 43                    |  |  |  | Etat global |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                              | C x H x Env. : 266 x 36 x 18                     |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                              | Forme : Semi libre : étêtée ancienne             |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                              | Stade : 5 : Adulte                               |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                              | Cible : 2                                        |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                              | Durée de maintien : > 20 ans                     |                                                                                                         | ZPR: 10,2                  |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                              | Intégration Sans objet                           |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
|                                                                              | Conduite minimale : Maintien en forme semi libre |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| <b>Observations</b>                                                          |                                                  |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Date                                                                         | Zone<br>Etat global<br>Notes                     | Commentaires                                                                                            | Etat<br>Phys.f.d. Méc.f.d. |                                                                                      | BM                                                                                    | Risque<br>Imm. Rev.                                                                   |             |
| 16/03/2022                                                                   | I                                                | Bois mort de 10cm à 20cm de diamètre. Élagage naturel.                                                  | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                                             | 1                                                                                     | 2                                                                                     | 0           |
| 16/03/2022                                                                   | I                                                | Anthracnose ( <i>Apiognomonia venata</i> ) : perte des feuilles 25%.                                    | B                          | <input checked="" type="checkbox"/>                                                  | <input type="checkbox"/>                                                              | 0                                                                                     | 0           |
| 16/03/2022                                                                   | II                                               | Chancre <i>Inonotus hispidus</i> , 15m du sol E. Proche du point d'insertion. t/R 0,47 (Résistographe). | <input type="checkbox"/>   | B                                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                              | 2                                                                                     | 0           |
| Conduite choisie : Maintien en forme semi libre                              |                                                  |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Programme de travail en fonction de la conduite choisie et les observations. |                                                  |                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| Année                                                                        | Période phéno.                                   | Intervention                                                                                            | Commentaires               | Date effectuée                                                                       | Ets.                                                                                  | Reportée :<br>année                                                                   |             |
| 2022                                                                         | 0                                                | Suppression bois mort                                                                                   |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |
| 2026                                                                         | 3                                                | Examen : visuel                                                                                         |                            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |             |

Fig.28 Arbre N°10.

#### 4.2.4 Exemple arbre N°15 Fig.29

##### 4.2.4.1 Zone I

L'anthraxose provoque plus de dégâts pour cet arbre que pour les précédents, sans doute à cause des problèmes racinaires. Note « C » en physiologie, médiocre.

Il y a beaucoup de bois mort à cause des infections racinaires. Le bois mort présente un risque significatif pour la voirie. Le risque peut être atténué par intervention douce.

##### 4.2.4.2 Zone IV

Cet arbre présente une infection des racines et du collet par le champignon lignivore *Ganoderma resinaceum*. La paroi résiduelle au niveau du collet frôle les limites des seuils de sécurité, il y a une mauvaise compartimentation. L'infection évoluera rapidement : état mécanique noté en « C », médiocre. Il y a risque pour la voirie, jugée irréversible par traitement doux.

##### 4.2.4.3 Zone V

Une excavation légère a permis de déceler trois racines maîtresses pourries sur la face inférieure, plus de 30 % des racines de soutien sont défectueuses : note « D », mauvais. Il y a risque pour la voirie, jugée irréversible par traitement doux.

##### 4.2.4.4 Notes

Le collet est colonisé par des larves de lucane.

| <b>15</b>                                                                    |                  | Essence : <i>Platanus acerifolia</i><br>C x H : 269 x 36 H/D : 42<br>Forme : Semi libre : étêtée ancienne<br>Stade : 5 : Adulte<br>Cible :         |                                                            |  |                                     |  |      |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Durée de maintien : < 1 a ZPR : 10,3                                         |                  | Intégration                                                                                                                                        |                                                            |                                                                                      |                                     |                                                                                       |      | Etat global                                                                           |  |
| Conduite minimale :                                                          |                  | Maintien en volume réduit : réduction sévère                                                                                                       |                                                            |                                                                                      |                                     |                                                                                       |      |                                                                                       |  |
| Observations                                                                 |                  |                                                                                                                                                    | Etat                                                       |                                                                                      |                                     | Risque                                                                                |      |                                                                                       |  |
| Date                                                                         | Commentaires     |                                                                                                                                                    | Méc.f.d.                                                   | Phys.f.d.                                                                            | BM                                  | Imm.                                                                                  | Rev. |                                                                                       |  |
| 16/03/2022                                                                   | Zone I           | Encombrée de bois mort suite au dépérissement.                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                                   | C                                                                                    | <input type="checkbox"/>            | 3                                                                                     | 2    | 0                                                                                     |  |
| 16/03/2022                                                                   | Zone I           | Anthraxose ( <i>Apiognomonia venata</i> ) : Perte des feuilles 50%. Claire. Perte de vigueur, longueur des UC fortement réduite.                   | <input type="checkbox"/>                                   | C                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> |                                                                                       | 0    | 0                                                                                     |  |
| 16/03/2022                                                                   | Tronc            | Pourriture remontante du collet.                                                                                                                   | B                                                          | <input checked="" type="checkbox"/>                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                       | 1    | 1                                                                                     |  |
| 16/03/2022                                                                   | Collet           | Infection par <i>Ganoderma resinaceum</i> , fructification NE. Cavité interne. Paroi résiduelle : t/R = 0,19. Coté NE. Mauvaise compartimentation. | C                                                          | <input checked="" type="checkbox"/>                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                       | 2    | 2                                                                                     |  |
| 16/03/2022                                                                   | Assise racinaire | Pourriture de trois racines maîtresses côté NE, probablement suite à une tranchée pour réseau souterrain en 1971. Très mauvaise compartimentation. | D                                                          | <input checked="" type="checkbox"/>                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                       | 2    | 2                                                                                     |  |
| 16/03/2022                                                                   | Notes gén.       | Collet colonisé par larves de lucane ( <i>Lucanus cervus</i> ).                                                                                    | <input type="checkbox"/>                                   | <input type="checkbox"/>                                                             |                                     |                                                                                       | 0    | 0                                                                                     |  |
| Conduite choisie :                                                           |                  | Maintien en volume réduit : réduction sévère                                                                                                       |                                                            |                                                                                      |                                     |                                                                                       |      |                                                                                       |  |
| Programme de travail en fonction de la conduite choisie et les observations. |                  |                                                                                                                                                    |                                                            |                                                                                      |                                     |                                                                                       |      |                                                                                       |  |
| Année                                                                        | Période phéno.   | Intervention                                                                                                                                       | Commentaires                                               | Date effectuée                                                                       | Ets.                                | Reportée : année                                                                      |      |                                                                                       |  |
| 2022                                                                         | 6                | Réduction sévère                                                                                                                                   | Etêtage à 6m du sol, maintien pour la niche flore et faune |                                                                                      |                                     |                                                                                       |      |                                                                                       |  |

Fig.29 Arbre N°15.

### 4.3 Présentation des données sur cartographie

L'utilisation des graphiques pour la présentation des résultats en cartographie permet de voir l'état d'un ensemble d'arbres d'un seul coup d'œil.

La Fig.30 montre une façon de présenter le profil de l'état de l'arbre : l'état physiologique général est contrasté avec le profil de risque.

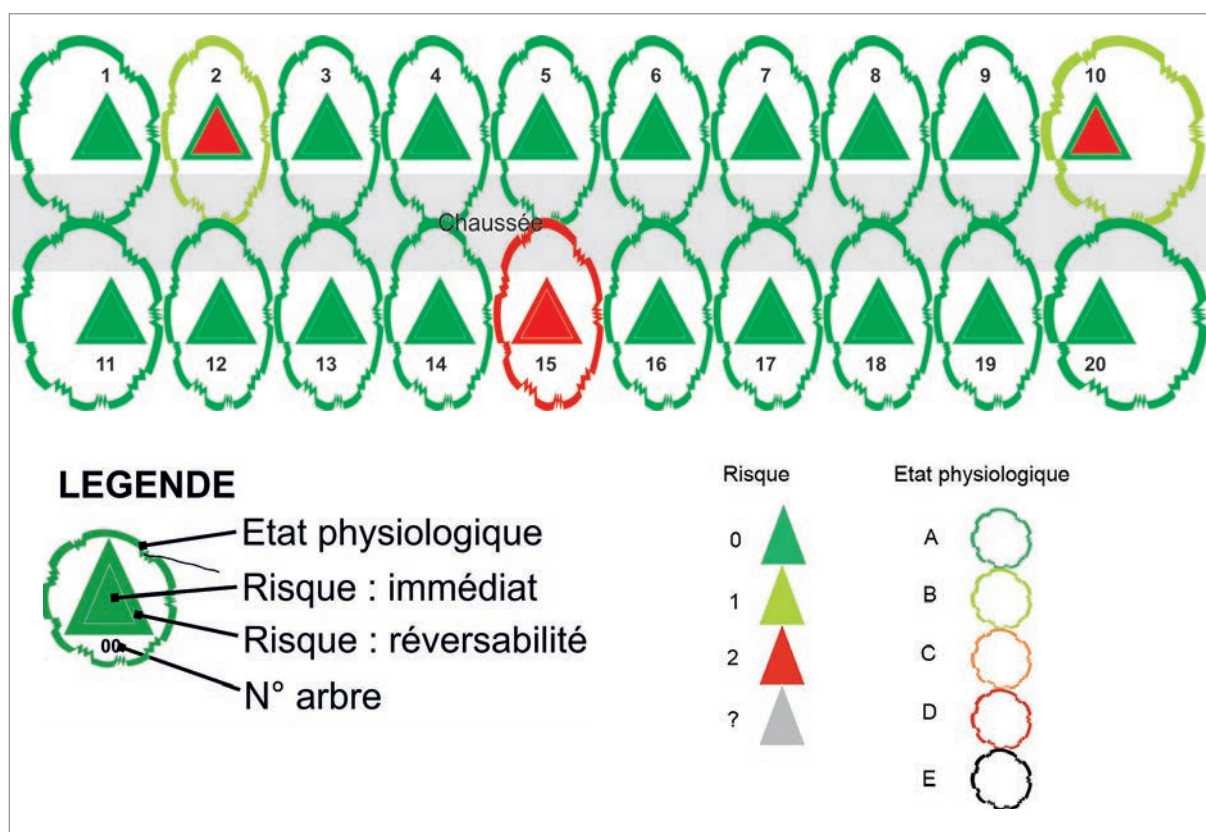


Fig.30 Présentation sur cartographie : profil de risque confronté à l'état physiologique général.

## 4.4 Analyse des données

Avec une base de données interrelationnelles, il est possible d'analyser les données sans limite.

La Fig.31 montre les états généraux et l'état global de l'alignement, le risque immédiat et le risque après intervention (réversibilité) et la durée de maintien.

Nous constatons que :

- Notre alignement est en bon état général avec seulement 1 arbre présentant des problèmes graves et irréversibles.
- Trois arbres présentent un risque immédiat pour les environs. Pour deux d'entre eux, le risque est réversible par traitement doux.

## 4.5 Décisions en gestion

### 4.5.1 Gestion globale

Nous pouvons conclure que cet alignement présente un bon avenir et peut-être maintenu encore de nombreuses années. Cependant il est nécessaire d'établir un programme de travail afin d'atténuer les risques.

### 4.5.2 Choix du type de conduite

Nous avons pu conclure que cet alignement peut être conduit en forme semi-libre. Un seul arbre pose un problème, le N°15, pourriture des racines et du collet. Cet arbre présente des larves du

### Profil de santé

#### Etat physiologique gén.

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 17  | 85,00%  |
| B      | 2   | 10,00%  |
| C      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Etat mécanique gén.

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 18  | 90,00%  |
| B      | 1   | 5,00%   |
| D      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Etat global

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 17  | 85,00%  |
| B      | 2   | 10,00%  |
| D      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Etat méc. charpente

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 18  | 90,00%  |
| B      | 1   | 5,00%   |
| C      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Etat méc. tronc

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 20  | 100,00% |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Etat méc. collet

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 18  | 90,00%  |
| B      | 1   | 5,00%   |
| C      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Etat méc. racines

| Etat   | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| A      | 19  | 95,00%  |
| D      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

### Profil de risque

#### Risque immédiat

| Risque | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| 0      | 17  | 85,00%  |
| 2      | 3   | 15,00%  |
| Totaux | 20  | 100,00% |

#### Risque : réversibilité

| Risque | Nbs | %       |
|--------|-----|---------|
| 0      | 19  | 95,00%  |
| 2      | 1   | 5,00%   |
| Totaux | 20  | 100,00% |

### Durée de maintien

| Durée de maintien | Nbs | %       |
|-------------------|-----|---------|
| > 20 ans          | 19  | 95,00%  |
| < 1 an            | 1   | 5,00%   |
| Totaux            | 20  | 100,00% |

Fig.31 Tableaux de synthèse

| Conduite choisie : Maintien en volume réduit : réduction sévère |                     |            |                          |          |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------|------------|--------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N°Arbre                                                         | Essence             | Stade      | Forme                    | Maintien | Etat : phys / méc                                                                                                                                                           | Profil risque                                                                                                                                                               |
| 15                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | < 1 an   |       |       |
| Total : 1                                                       |                     |            |                          |          |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                             |
| Conduite choisie : Maintien en forme semi libre                 |                     |            |                          |          |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                             |
| N°Arbre                                                         | Essence             | Stade      | Forme                    | Maintien | Etat : phys / méc                                                                                                                                                           | Profil risque                                                                                                                                                               |
| 1                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 2                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 3                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 4                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 5                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 6                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 7                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |       |       |
| 8                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |     |     |
| 9                                                               | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 10                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 11                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 12                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 13                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 14                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 16                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 17                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 18                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 19                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| 20                                                              | Platanus acerifolia | 5 : Adulte | Semi libre : étêtée anci | > 20 ans |   |   |
| Total : 19                                                      |                     |            |                          |          |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                             |

Fig.32 Conduite choisie.

lucane, insecte rare et protégé. Il a donc été décidé de maintenir l'arbre et d'appliquer la conduite minimale, réduction sévère. La Fig.32 synthétise la conduite choisie.

#### 4.5.3 Élaboration d'un programme de travail

Les décisions de gestion ont été prises et les choix de conduite ont été faits. Il reste à établir le programme de travail. Il y a risque de dommages pour la voirie pour deux arbres présentant du bois mort. Une taille d'entretien s'impose pour ces arbres : suppression du bois mort qui menace de tomber sur la chaussée. Une réduction sévère en hauteur serait réalisée pour l'arbre N°15.

#### 4.5.4 Suivre des arbres

Un examen visuel est programmé dans 4 ans.

#### 4.6 Résumé

Dans ce chapitre, nous étions face à une problématique. Une méthode a été appliquée pour y répondre. La méthode a produit des résultats. Les résultats ont été analysés. Les analyses ont permis de prendre des décisions en gestion. Ensuite un programme de travail pluriannuel chiffré a été élaboré, qui répond à la problématique initiale. Ce protocole est dérivé du protocole scientifique utilisé pour répondre à une hypothèse ou à une problématique.

## 5 DISCUSSION

Les plans de gestion pour les arbres doivent être prévus à très long terme et basés sur le principe D.T.O. Diagnostic, Traitement, Observation, Shigo (1991). La méthode DIA permet à l'utilisateur d'aborder la problématique de façon méthodique et d'élaborer un carnet de santé individuel pour chaque arbre. Le carnet de santé peut être interrogé à plusieurs niveaux, il permet :

- De connaître l'état actuel d'un arbre, d'un ensemble d'arbres, d'un patrimoine entier.
- De connaître l'historique d'un arbre, d'un ensemble d'arbres, d'un patrimoine entier.
- De prendre des décisions en gestion.
- D'élaborer un programme de travail pluri-annuel qui tient compte de la phénologie.
- De préparer un budget prévisionnel pluri-annuel.
- De préparer des documents utilisables dans la préparation des appels d'offres pour les expertises ou des interventions de plantation, de taille et de soins, etc.

Un plan de gestion pour un patrimoine arboré entier, basé sur la méthode DIA, permettra aux gérants des arbres, dans un siècle à venir par exemple, de connaître l'évolution de leur patrimoine depuis les 100 dernières années. Par exemple, pour un emplacement donné : qu'y avait-il comme arbre auparavant ? Par quoi a-t-il été remplacé ? A quel coût ? Quelle était sa pathologie ? Les traitements effectués ont-ils été efficaces et à quel coût ? Ce type d'interrogation doit être possible pour un arbre ou pour un patrimoine entier.

Dans la troisième partie de cet article, nous nous sommes placés dans le contexte d'un patrimoine arboré d'agrément fortement fréquenté par le public, pour lequel le risque est un sujet de préoccupation majeure pour le gérant. Cependant, la méthode est suffisamment souple pour être utilisée dans d'autres domaines, par exemple la gestion d'une forêt ancienne composée de vieux têtards. Sur un tel site, la gestion des risques serait

peut-être moins mise en avant et la conservation des niches écologiques présentées par les arbres serait l'objectif premier.

L'ordinateur est un outil de grande valeur pour l'application de la méthode. Pour l'utilisateur modestement doué en informatique, des fiches faites à partir d'un tableur ou d'un traitement de texte peuvent être créées en intégrant des échelles de couleur. Ceci peut être intéressant pour l'arboriste grimpeur, par exemple, pour la présentation d'un devis. D'autre part, une telle fiche lui rendra service s'il revient quelques années plus tard pour travailler sur le même arbre.

Pour être exploitée dans son entièreté et de façon efficace lorsqu'il s'agit de grands nombres d'arbres, la méthode nécessite des outils informatiques plus sophistiqués. Une base de données telle que Microsoft Access serait adéquate pour la plupart des besoins. Cependant, lorsqu'il s'agit de traiter de très grands nombres d'arbres, des interfaces cartographiques et d'utilisations en réseaux, des outils encore plus puissants s'imposent.

Une des critiques de la méthode est le temps passé à la saisie des données. Il est vrai que la première saisie prendra un certain temps, mais une fois ceci fait, c'est fait pour la vie de l'arbre, il ne reste par la suite que des mises à jour à faire suite à des contrôles et à des interventions. Les données peuvent être saisies in situ sur un ordinateur de type ardoise pour éviter la saisie des fiches de terrain sur papier. Lorsqu'il s'agit de la gestion de milliers d'arbres, les informations de base peuvent être enregistrées dans un premier temps, ensuite, les détails peuvent être rentrés au fur et à mesure que les examens sont réalisés.

La méthode DIA est une méthodologie éprouvée. Elle a fait ses preuves chez des bureaux d'études et des collectivités depuis plus de vingt-cinq ans. L'état d'un arbre aujourd'hui peut être comparé à son ancien état, exactement comme pour l'ophtalmologiste qui suit vos yeux. Il est temps d'appliquer la même rigueur à nos arbres.

## 6 RÉFÉRENCES

AFNOR 1/11/2003. Structures et équipements sportifs. ISBN 2-12-139011-1. Parcours acrobatiques en hauteur, XP S 52-902-1.

Cossin, M. Moore W., (2003), Diagnostic de l'arbre : échelles d'évaluation pour l'état physiologique, l'état mécanique et le risque : Utilisation et domaines d'application. Arbres et Sciences, Vol III, N° 10. 59-73

Drénou C., (1999), La taille des arbres d'ornement. IDF. 258 p.

Ellison, M.J., (2005). Quantified tree risk assessment, used in the management of amenity trees. Journal of Arboriculture 31, 57-65.

Hamilton, G.J., 1975. Forest Mensuration Handbook. Forestry Commission Booklet N° 39. 374 p. HMSO, Londres.

Helliwell, D.R., (1990). Acceptable levels of risk associated with trees. Arboricultural Journal, pp 159-162.

Lonsdale, D. (1999). Principles of tree hazard assessment and management. Research for Amenity Trees N° 7, The Stationery Office, London, 388 pp.

Mattheck C., Breloer H., (1994), The body language of trees. A handbook for failure analysis. Research for amenity trees n° 4. 239 p. HMSO.

Moore W., (1989). La Taille des Grands Noyers. L'Agriculteur de la Dordogne, 24 mars 1989.

Moore W., (1996 - 2023). Notes de Cours pour l'Atelier, Diagnostic, Traitement, Observation. Non publié.

Moore, W., (2003A). Le modèle des Zones de l'arbre. Arbres et Sciences : II (8): 21-66.

Moore, W., (2003B). Diagnostic Intégrée de l'Arbre. Partie I. Définition des termes et élaboration des échelles pour l'évaluation de l'état de santé d'un arbre et les risques qui lui est associé. Arbres et Sciences, Vol III, N° 10. 23-58.

Shigo, A. L. (1991). Modern arboriculture: a systems approach to the care of trees and their associates, Shigo and Trees, Associates.

White, J., 2000. Estimation de l'âge des vieux arbres en Grande Bretagne. Arbres et Sciences Vol. 1, N° 1.