

## INF103 – Examen Terminal

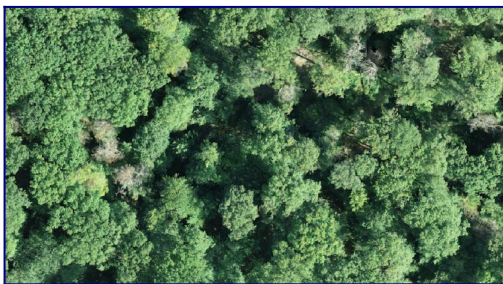
### Forêts en péril : comment l'imagerie et la big data peuvent contribuer à les protéger ?

*Avec plus de 65 000 hectares de végétation partis en fumée, l'été 2022 aura été celui des incendies et s'inscrit parmi les pires de ces dernières décennies, avec 2003 et 2019. Au fil du siècle dernier, des outils de diagnostic ont émergé pour suivre de près l'état des forêts. Aujourd'hui, les progrès de l'imagerie offrent un potentiel immense.*

[...] Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, les forestiers constatent l'émergence de nouveaux pathogènes des arbres – oïdium du chêne, chancre du châtaignier, dendroctone... [...] En 1989 est alors établi un suivi de l'état d'environ 12 000 arbres sur 600 placettes permanentes installées de façon systématique tous les 16 km sur l'ensemble du territoire métropolitain. Chacun de ces arbres est scruté à la loupe, pour repérer d'une part les mortalités de branches pour toutes les essences et d'autre part, le manque de ramifications pour les feuillus et le déficit d'aiguilles pour les résineux.

Le « dépérissement forestier » est évoqué lorsque ce phénomène de dégradation affecte un peuplement entier, voire des massifs. Généralement, il implique plusieurs facteurs environnementaux, qui peuvent se succéder ou agir de concert. [...] Des arbres qui dépérissent perdant très vite leur valeur économique, il est crucial de détecter le phénomène rapidement pour sauver ce qui peut l'être et récolter le bois. [...] Les observations au sol sont à cet égard nécessaires pour alerter et comprendre le phénomène du dépérissement. Mais elles ne permettent pas de couvrir tout le territoire. Le développement de satellites ouvre quant à lui de nouveaux horizons. [...] S'ils fournissent des images de haute résolution, le coût prohibitif de traitement des images limite leur utilisation.

Les images ne sont pas seulement dans le domaine visible mais aussi dans l'infrarouge, car ce domaine spectral renseigne précisément sur la structure interne des feuilles (proche infrarouge) ou encore sur l'humidité des sols et des végétaux (moyen infrarouge), et permet de distinguer correctement les feuillus des résineux, un feuillage sain d'un feuillage sénescant. [...] La résolution des images au sol est au minimum de 10m×10m et les appareils, qui embarquent des capteurs optiques et/ou radars, repassent aux mêmes endroits tous les cinq jours. Cerise sur le gâteau, les images sont gratuites.



**Gauche :** Orthophoto au drone sur le massif de Tronçais dans le nord-ouest de l'Allier.



**Droite :** Image satellite Sentinel 2 en infra rouge couleurs sur le massif d'Orléans.

La recherche s'est lancée depuis longtemps dans l'exploitation de ces images. Et l'augmentation spectaculaire des capacités informatiques pour les traiter offre la possibilité de suivis à grande échelle et haute résolution encore inimaginables il y a dix ans.

Dans le domaine de la télédétection forestière, les acteurs de la recherche ont ainsi développé une routine informatique pour quantifier la mortalité des forêts d'épicéas à partir des images [satellite]. [...] Les études s'orientent aujourd'hui vers l'identification des métriques les plus pertinentes ou l'utilisation de l'intelligence artificielle dont l'intérêt n'est plus à démontrer pour l'exploitation des séries temporelles d'images. [...] Les attentes des forestiers sont grandes et le pari scientifique et technique est en passe d'être gagné. Pour que nos forêts ne partent pas en poussières ou en fumée.

(d'après l'article <https://theconversation.com/forets-en-peril-comment-limagerie-et-la-big-data-peuvent-contribuer-a-les-proteger-191321>)

## Questions

*Pour chacune des questions suivantes, il n'existe pas de « bonne » réponse mais de nombreuses idées possibles qu'il s'agit de défendre de manière argumentée et qui seront ainsi valorisées.*

**Q1.** L'article ci-dessus évoque l'usage de l'intelligence artificielle afin d'identifier, à partir de l'évolution dans le temps des images visibles et infrarouges, quels arbres sont susceptibles de dépérir. Imaginez vous ingénieur·e en charge de mettre en place un tel algorithme : que proposez-vous ? En particulier,

- Quelles sont les données d'apprentissage et les étiquettes ? Qui est selon vous responsable d'étiqueter les données ?
- Quelles sont les particularités de ces données par rapport à celles de la base MNIST traitée en projet ?
- Quel classifieur proposez-vous pour classer ces données et, surtout, pourquoi ?
- Détaillez la méthode que vous mettriez en œuvre si on vous assignait ce travail.

**Q2.** L'article assure qu'il faille utiliser l'intelligence artificielle « dont l'intérêt n'est plus à démontrer » afin de protéger la forêt.

- La méthode présentée dans l'article permet-elle de guérir ou de prévenir le dépérissement de la forêt ?
- Peut-on agir contre ce fléau sans intelligence artificielle ?
- Ici, quels sont les avantages et les inconvénients de l'usage de l'intelligence artificielle ?
- Finalement, que pensez-vous de l'affirmation des auteur·es selon laquelle l'intérêt de l'IA « n'est plus à démontrer » ?

**Q3.** De manière générale, l'intelligence artificielle est souvent mise en avant comme un outil capable d'aider à lutter contre le réchauffement climatique. Avec le recul du cours et à l'aide de vos réponses précédentes, qu'en pensez-vous ?

**Q4.** Allons plus loin : en remplaçant le travail humain de terrain par des algorithmes, on obtient des résultats plus rapides mais en perdant l'expertise humaine. Face à l'urgence environnementale tout à la fois qu'à la durabilité d'outils de préservation du vivant, que pensez-vous de la stratégie de développement de l'intelligence artificielle ? Avez-vous des alternatives à proposer ? Si oui, qu'y gagne-t-on, qu'y perd-on ?