

APPLICATIONS NUMÉRIQUES & BIODIVERSITÉ

*Comment les applications de reconnaissance favorisent-elles
la compréhension et la préservation de notre environnement ?*

Sarah Meylan

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement mon tuteur Nicolas Nova pour ses conseils et ses relectures durant la rédaction de ce mémoire, ainsi que toutes les personnes avec qui j'ai pu échanger et discuter, qui ont pris le temps de me fournir de nombreuses informations précieuses.

S O M M A I R E

INTRODUCTION	7-20
1.0 UNE DÉMARCHE COLLABORATIVE	
1.1 Base de données et contribution des utilisateurs	22-31
1.2 La science participative pour mesurer notre biodiversité	32-40
2.0 MARGES D'ERREURS & FIABILITÉ	
2.1 Les limites de la reconnaissance automatique	42-45
2.2 Les défis de la comparaison	46-53
2.3 La double vérification de l'identification	54-84
3.0 CONNAISSANCE & CURIOSITÉ GRANDISSANTE	
3.1 Partage de savoir avec la communauté	86-89
3.2 Un domaine complexe accessible & pédagogique	90-98
4.0 IMPACT SUR LA BIODIVERSITÉ	
4.1 Les usages pratiques	100-103
4.2 Les bilans & enjeux	104-108
CONCLUSION	109-118
LEXIQUE	119
BIBLIOGRAPHIE & WEBOGRAPHIE	120-122
ICONOGRAPHIE	123-125
COLOPHON	126

INTRODUCTION

*« Cet art de lire s'est perdu : on « n'y voit rien », et il y a un enjeu
à reconstituer des chemins de sensibilité, pour commencer
à réapprendre à voir. »*

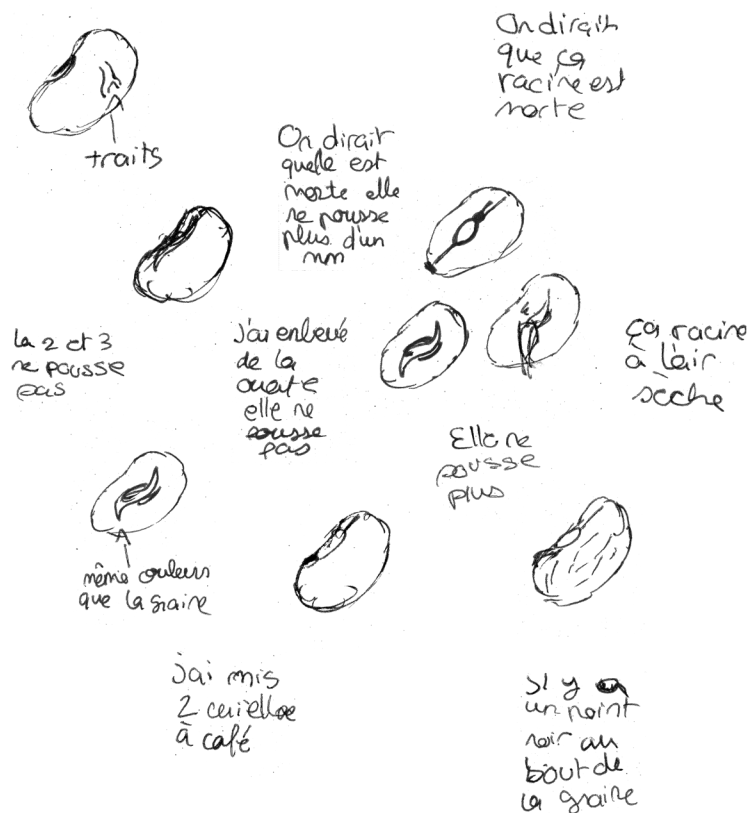
- Baptiste Morizot, 2017

Depuis toujours, je suis fascinée par les personnes qui parviennent à s'occuper de leurs plantes avec aisance, celles qui ont la «*main verte*». Atout malheureusement non héréditaire comme en témoigne chaque printemps le jardin florissant de ma grand-mère en net contraste avec mes propres plantes...

Je me souviens lors d'un cours de science en école secondaire, où une graine d'haricot avait été distribuée par élèves afin de documenter les différentes étapes de sa croissance sur plusieurs semaines. Malgré toute mon implication et mon enthousiasme, mes trois graines ont donc commencé à dépérir très rapidement, puis à se détériorer, rendant ainsi toute germination impossible et leur archivage d'autant plus complexe...

Ma note obtenue était donc une représentation métaphorique de l'état final de ma graine. À contrario d'une de mes camarades, qui a toujours excellé dans l'entretien de ses plantes, a pu savourer ses haricots arrivés à pleine maturité.

Depuis plusieurs années, je ressens donc une certaine frustration quant à la difficulté que je rencontre lorsqu'il s'agit d'entretenir mes différentes plantes. Celles-ci finissant toujours par rapidement se faner, cette situation me dissuade régulièrement d'en acquérir des nouvelles à la maison malgré l'intérêt que je peux leur porter et de mon envie d'en connaître plus à leur sujet.



[fig.1] – Dessin d'observation de mes trois graines d'haricots

Meylan Sarah

LA GERMINATION

tailles des
tiges en cm

8
7
6
5
4
3
2
1

Graphique des résultats

germinateur 1

germinateur 2

germinateur 3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

1
2
3
4
5
6
7
8

taille des racines
en cm

jours

Dans notre époque actuelle, les technologies numériques occupent une place centrale, transformant profondément notre quotidien. Des smartphones aux objets connectés, en passant par les applications diverses, ces technologies modifient nos façons de communiquer, de travailler et d'interagir avec notre environnement.

Dans son ouvrage de 2020 : *Smartphones*, l'anthropologue Nicolas Nova examine précisément l'évolution du smartphone, en le définissant à travers l'essor de ses capacités techniques et de ses usages. Cette évolution s'inscrit dans un cadre plus large, où les réseaux mobiles à haut débit et les services multimédias enrichissent notre quotidien, en facilitant l'accès à une multitude de contenus : musique, vidéos, jeux, informations, etc... Parallèlement à cette transformation technologique, les interactions deviennent de plus en plus multimodales, grâce à la diversité des écrans, téléphones, tablettes, ordinateurs qui captent notre attention et deviennent des centres d'échange complexes.

Parut en 2016, le N.194 de la revue : Réseaux, Communication, Technologie et Société, intitulé : *La communication à travers les écrans*, explore précisément ces nouveaux modes d'interaction, qu'elles soient individuelles (par téléphone ou messagerie instantanée) ou collectives (comme lors de visioconférences ou de webinaires). L'article met en lumière l'impact des écrans sur nos manières de communiquer et d'interagir, façonnant ainsi les contours de nos échanges sociaux.

Cependant, ce déploiement massif de la technologie, qui renforce les liens entre individus, semble paradoxalement accentuer notre déconnexion avec le monde non humain. De plus en plus de personnes perdent leur sensibilité et leur attachement à l'environnement naturel, ce que le philosophe Baptiste Morizot qualifie de «*crise de la sensibilité*».

Selon lui, cette crise désigne «*un appauvrissement de ce que nous pouvons sentir, percevoir, comprendre, et tisser comme relations à l'égard du vivant*» (Baptiste Morizot, 2018). En exploitant la nature à des fins de production et en la dégradant au fil du temps, l'Homme a non seulement perdu son émerveillement à son égard, mais aussi les mots nécessaires pour la décrire. Dans Le détail du monde, L'art perdu de la description de la nature, l'historien Romain Bertrand approfondit cette réflexion en soulignant

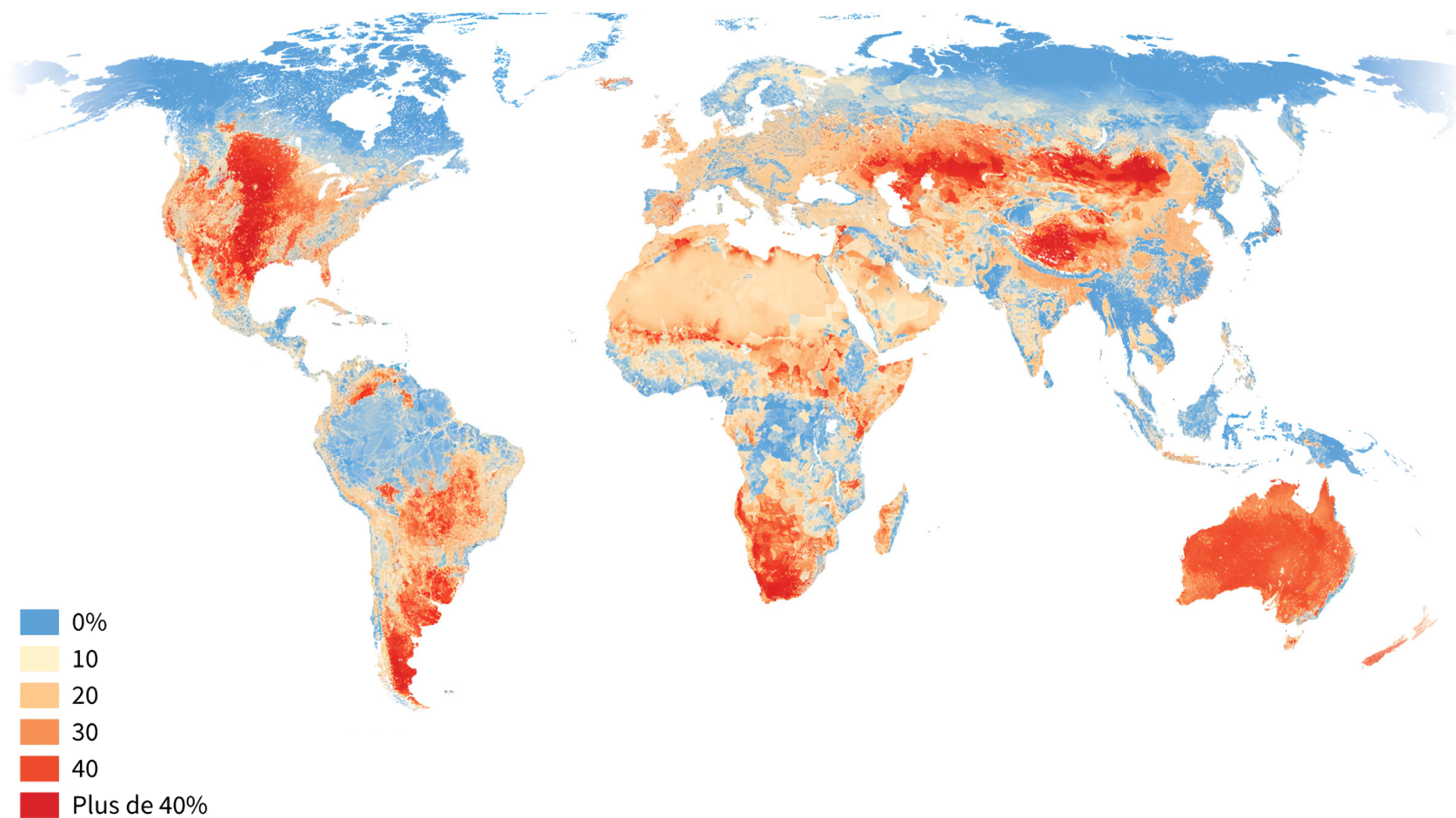
que cette déconnexion empêche l'Homme de véritablement connaître son environnement. Il affirme : «*On s'aperçoit que mille mots nous font défaut pour dire de nos forêts, et surtout que si nous ne savons plus aimer les êtres naturels, c'est que nous ne savons plus les nommer*». Cette perte de vocabulaire est symptomatique de notre incapacité à percevoir et à apprécier la richesse du monde naturel, ce qui rend d'autant plus difficile l'établissement d'une relation intime et respectueuse avec celui-ci. «*Par "crise de la sensibilité", j'entends un appauvrissement de ce que nous pouvons sentir, percevoir, comprendre, et tisser comme relations à l'égard du vivant.*» (Baptiste Morizot, 2018).

En partie liée à cette désensibilisation, notre biodiversité représentant l'ensemble de tous les êtres vivants sous toute ses formes, aussi bien des espèces animales que des espèces végétales, a décliné à un rythme alarmant durant ces dernières années. Selon un rapport de l'ONU parut en 2019¹ «*Un million d'espèces, sur un total estimé à 8 millions, est menacée d'extinction. La plupart d'entre elles disparaîtront dans les décennies à venir.*» (UN News, 2019).

Certains chercheurs considèrent même que nous sommes en train de vivre «*la sixième extinction de masse de l'histoire de notre planète*» (Nadia Drake, journaliste scientifique, 2019) Désignant un événement où une proportion importante d'espèces vivantes qui disparaît rapidement, souvent en raison de changements environnementaux catastrophiques.

En exemple, les pollinisateurs sont essentiels à la reproduction des plantes, ce qui garantit notre production alimentaire. Les plantes et océans quant à eux agissent comme d'importants puits de carbone et le cycle de l'eau dépend fortement des organismes vivants, car ces derniers aident à absorber le carbone, à réguler les gaz à effet de serre et à transformer l'eau. Si ces organismes disparaissent, ces processus naturels seraient gravement perturbés, aggravant ainsi les effets du changement climatique.

Pour faire face à cette situation, il est impératif de repenser nos comportements. Les technologies numériques, désormais bien qu'incontournables et souvent bénéfiques, ont des effets négatifs sur notre environnement. En effet, «*le numérique représente 4% des émissions de gaz à effet de serre dans le monde et ce chiffre risque de doubler d'ici à 2025*» (Mathieu Brand, 2023).



Perte de biodiversité, en pourcentage par rapport à un environnement intact

[fig.3] – Perte de la biodiversité dans le monde en 2019

Cependant, ces technologies peuvent également jouer un rôle essentiel dans la préservation de la biodiversité, vitale à notre survie. La transition écologique demeure un objectif incontournable, bien que le chemin pour y parvenir soit encore flou. De son côté, la transition numérique est l'une des forces transformatrices majeures de notre époque, mais elle ne poursuit pas spécifiquement des objectifs écologiques.

Dans ce contexte, le rapport Numérique et environnement : faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique, publié par la WWF en 2018, souligne que *«l'enjeu actuel est d'intégrer la transition numérique au service de la transition écologique⁴»* (GreenIT.fr, 2018). Des questionnements et actions sur notre relation avec la nature et l'adoption de pratiques plus respectueuses et durables s'avèrent nécessaire pour garantir un avenir équilibré entre innovation technologique et protections de notre écosystème.

C'est pourquoi, en tant qu'étudiante en Master Média Design à la HEAD, je souhaite explorer avec ce mémoire comment deux domaines visiblement opposés, tel que celui des technologies numériques et celui de la nature, peuvent non seulement coexister mais aussi fonctionner de manière étroitement liée. Dans le but d'explorer ce lien entre ces deux domaines, je vais m'intéresser au potentiel d'un type particulier d'application : celles permettant la reconnaissance d'espèces végétales.

En effet, pour prolonger le propos des critique de la désensibilisation du vivant mentionné plus haut, il me semble intéressant de souligner le potentiel de différents logiciels à favoriser un rapprochement à travers la question centrale de ma recherche : *«Comment les applications de reconnaissance favorisent-elles la compréhension et la préservation de notre environnement?»*.

En tenant compte de la diversité d'applications disponibles pour identifier les différentes espèces qui composent notre biodiversité (plantes/ fleurs/ champignons/ oiseaux/ insectes/ etc...), j'ai présélectionné certaines de ces applications afin de proposer une analyse plus centrée et précise. Classifiant la faune et la flore dans deux catégories distinctes, j'ai donc souhaité me concentrer uniquement sur les applications permettant la reconnaissance des végétaux.

Évidemment, ce choix ne correspond pas à une quelconque supériorité des espèces végétales comparée aux espèces animales sur notre environnement; il s'agit davantage d'un choix personnel

en quête de nouvelles connaissances sur le sujet. En complément des références bibliographiques et webographiques recherchées, j'ai réalisé des entretiens, accompagnés d'une grille d'observation, auprès des utilisateurs débutant ou professionnel de la botanique. Et cela, dans le but d'identifier les applications les plus fréquemment utilisées et les contextes dans lesquelles elles sont employées mais aussi afin de saisir l'expérience-utilisateur de ces dispositifs, et des multiples manières dont ils peuvent être employés pour construire un lien avec le vivant; comme décrit plus haut dans ma problématique.

Utilisent-ils régulièrement ces applications? Que font-ils ensuite avec toutes ces données obtenues? Voient-ils une réelle assistance pour la conservation des différents végétaux? etc... Pour cela, il m'a paru important de chercher à obtenir une diversité dans les personnes interviewées que ce soit à travers leur profession, leur âge ou bien encore leur fréquence d'utilisation afin de mieux saisir les multiples façons d'exploiter ces nouveaux outils numériques. Par ailleurs, durant toutes ces semaines de rédaction, j'ai entrepris l'exercice d'utiliser plusieurs applications de reconnaissance et de documenter mes expériences dans un journal de bord, joint en annexe à ce mémoire.

Pour augmenter mes propres connaissances et comprendre leur fonctionnement, ce carnet d'usage retrace mes observations de divers végétaux à travers six différentes régions en Suisse et à l'international. Ce faisant, il m'a permis également de comparer l'efficacité des applications dans des contextes variés, mais aussi de croiser mes propres observations avec celles qui ont été discutées durant mes entretiens.

Afin de répondre à cette problématique, ce mémoire aborde quatre axes principaux séparés en deux parties. La première, à titre plus informatif, sera dédiée à une analyse du mode de fonctionnement de ces applications d'identifications tout en exposant dans un second chapitre les éventuelles limites de ces services qui peuvent survenir. La seconde, à titre plus démonstratif, s'appuie sur divers témoignages et projets pédagogiques pour souligner l'intérêt grandissant pour la compréhension de notre biodiversité via ces applications. Elle se terminera par un chapitre final explorant les implications de l'utilisation de ces outils à différentes échelles.

APPLICATIONS

Académiques



Flora Incognita
par Technische Universität Ilmenau



iNaturalist
par iNaturalist

Autres



FlorApp
par InfoFlora



FloraHelvetica
par InfoFlora



Pl@ntNet
par CIRAD, à l'INRAE, à l'INRIA
et à l'IRD



PictureThis
par Glority Global Group Ltd.



MushroomIdentification
par Aleksei Metelkin

INTERVIEWÉ.ES

Professionnels

R.D 26ans

Responsable de réserves région
Grangettes et Riviera/ Utilisation
quotidienne de FloraHelvetica,
FlorApp et iNaturalist

S.M ~30ans

Responsable de réserves région
Ouest (VD)/ Utilisation quotidienne
d'InfoFlora, FloraIncognita, FlorApp
et du carnet en ligne

FW ~30ans

Biologiste consultant chez N+P/
Utilisation quotidienne de FlorApp,
FloraHelvetica et Pl@ntNet

D.C ~30ans

Naturaliste/ Utilisation quotidienne
de Pl@ntNet

Amateurs

G.V.M 26ans

Graphiste/ Utilisation peu régulière
de PictureThis

S.W 25ans

Etudiante en Master Type Design
ECAL/ Utilisation peu régulière de
Pl@ntNet et PictureThis

1.0

UNE DÉMARCHE COLLABORATIVE

Ce premier chapitre explique l'importance pour l'utilisateur de connaître les différents critères de base aidant à la détermination d'espèces. Pour comprendre ensuite comment ces applications utilisent ces données pour fournir leurs résultats. Il s'agit également d'examiner l'impact des utilisateurs sur ces données.

1. Rapport de l'ONU de 2019: <https://news.un.org/en/story/2019/05/1037941>

2. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/la-sixieme-extinction-massive-a-deja-commence>

3. <https://www.hellocarbo.com/blog/calculer/impact-du-numerique-sur-l-environnement/#::-:text=Le%2constat%20est%20sans%20appel,7%25%20d'ici%202040.>

4. https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2018-03/180319_livre_blanc_numerique_environnement.pdf

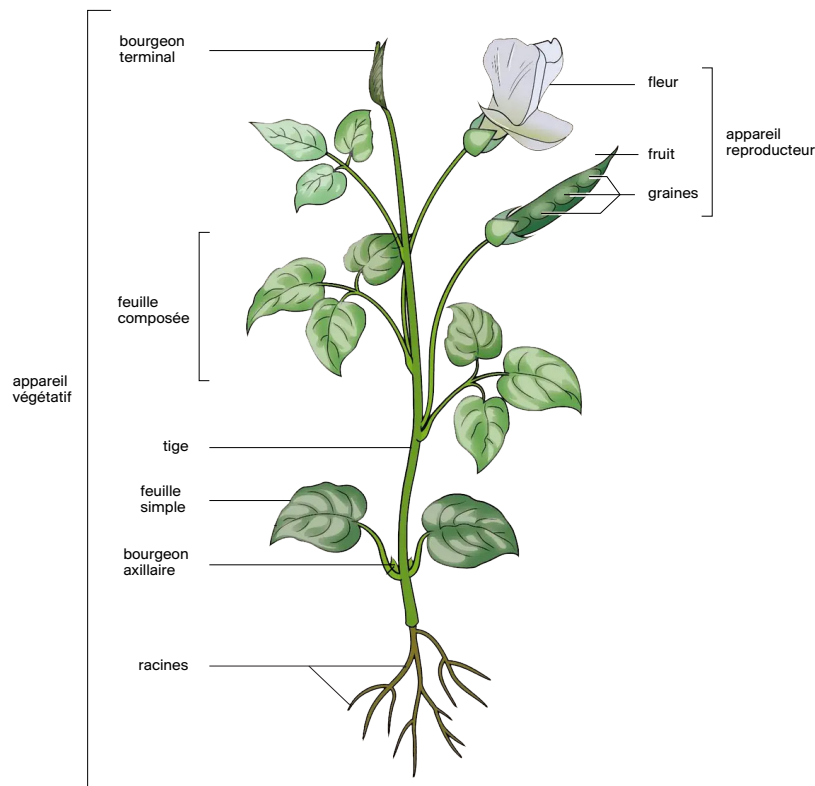
1.1 Base de données et contribution des utilisateurs

Avant l'apparition de ces applications, les reconnaissances d'espèces végétales se faisaient à l'aide de guides de détermination illustrant les diverses clés dichotomiques. Il fallait donc comparer la plante observée à l'aide de critères morphologiques qui la composent tels que : le type de plante, sa hauteur ou longueur totale, la forme et couleur principale de sa fleur, son nombre de pétales, son inflorescence, la forme et disposition de ses feuilles ainsi que son fruit, avec leurs représentations sur papier afin de déterminer l'espèce recherchée.

Ce procédé demandait donc un certain temps d'analyse aux observateurs nécessitant des connaissances complexes sur ces différents critères de nomenclature ainsi que divers outils (appareil photo, GPS, cartes topographiques, etc...) pour acquérir des déterminations plus précises. Néanmoins, au cours de ces dix dernières années, la botanique a connu une véritable évolution numérique. Les applications d'identification de plantes sur smartphone ont émergé et se diversifient pour offrir un soutien précieux à la reconnaissance des espèces végétales.

Ces applications sont généralement développées par une combinaison d'institutions académiques, de centres de recherche en botanique, et d'entreprises technologiques spécialisées en intelligence artificielle et en apprentissage automatique, telles que l'INRAE⁵ ou le CIRAD⁶, qui participent activement à cette transformation numérique de la botanique. Les botanistes amateurs peuvent désormais étudier une science rendue plus accessible et ludique. Permettant également aux professionnels de travailler plus rapidement et confortablement sur le terrain en utilisant l'intelligence artificielle pour identifier les plantes en temps réel, en comparant les photos prises aux bases de données botaniques. Le smartphone rend superflus le transport des précédents guides papier d'identification et autres quantités d'objets parfois trop encombrants qui se retrouvent tous réunis dans une seule et même application.

Toute personne possédant un smartphone peut désormais identifier des plantes inconnues grâce à différentes solutions digitales, telles que des forums de discussion en ligne, des clés dichotomiques numériques et la reconnaissance automatique par image. Cette dernière est particulièrement utilisée car elle offre des résultats rapides à partir d'une simple photo prise avec son téléphone.



[fig.4] – Morphologie d'une plante, le haricot (*Phaseolus vulgaris*)

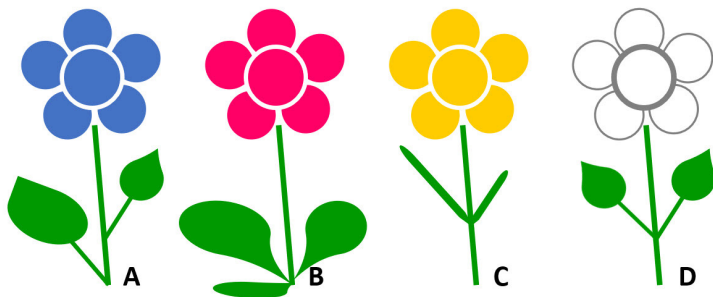


Fig. 1 : Quatre plantes fictives, dont la détermination est illustrée par différents exemples dans le texte.

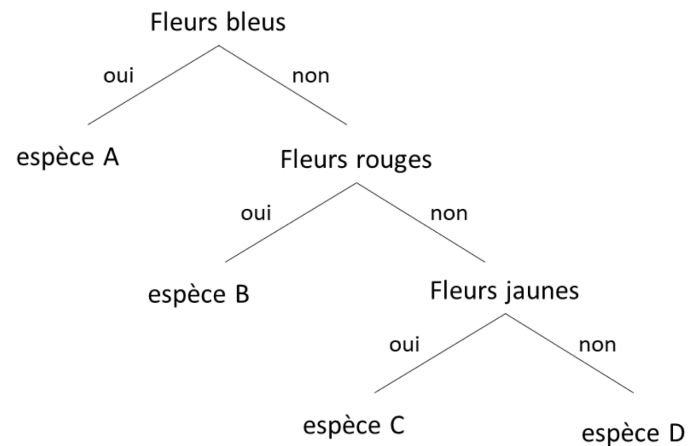


Fig. 3 : Détermination des plantes de la fig. 1 en tant qu'arbre à ramification simple (linéaire) dichotomique.

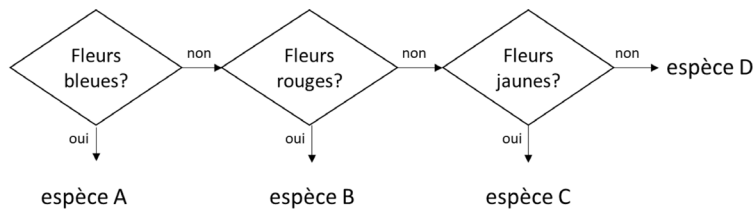


Fig. 2 : Détermination des plantes de la fig. 1 dans un ordinogramme linéaire.

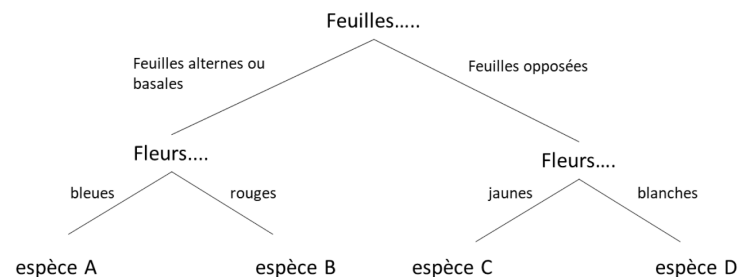


Fig. 4 : Détermination des plantes de la fig. 1 en tant qu'arbre de ramification dichotomique groupé.

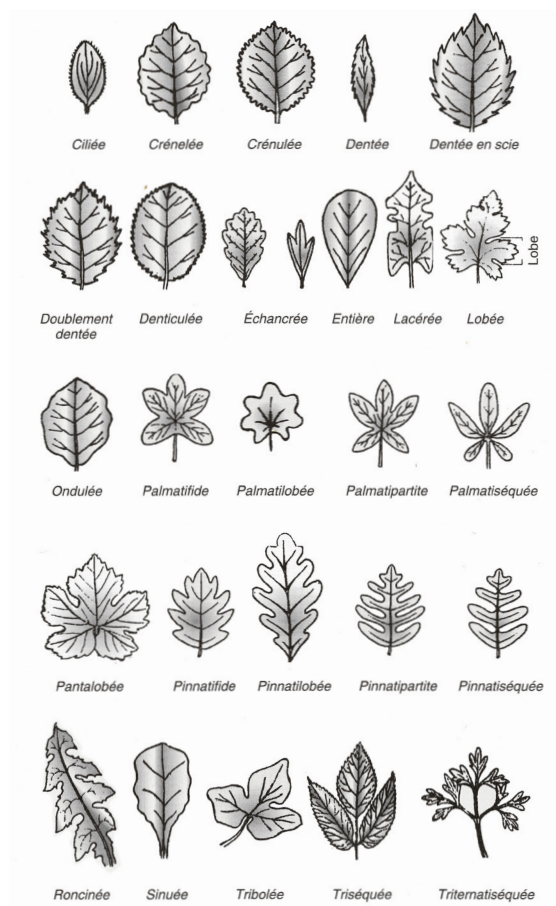


fig.4

[fig6.] – Caractérisation des feuilles d'après leur marge



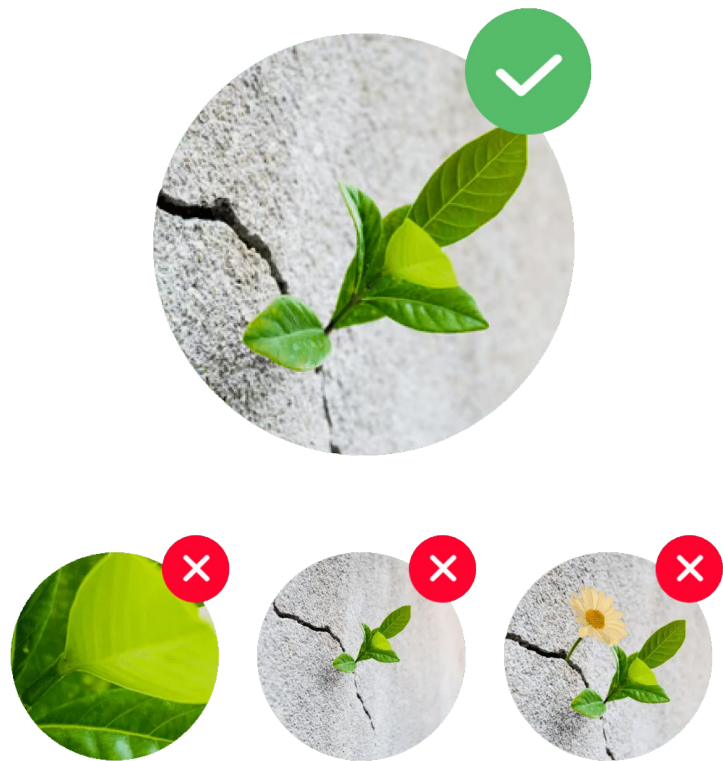
[fig7.] – Clé multi-critères, mode simple FloraHelvetica

Comme l'indique FW : « *Quand tu vois quelqu'un posé sur les genoux au bord d'un chemin de rando sur son téléphone, peut-être qu'il n'est pas sur Instagram mais un biologiste qui est en train d'enregistrer des données* ». Cette citation illustre comment les technologies numériques, bien que souvent perçues comme des outils de divertissement, jouent un rôle crucial dans l'observation scientifique de la nature. En effet, les images capturées sur le terrain sont essentielles pour alimenter et améliorer les banques d'images des applications d'identification. Ce qui peut sembler être une activité banale sur un smartphone, comme prendre une photo, peut ainsi devenir une démarche scientifique.

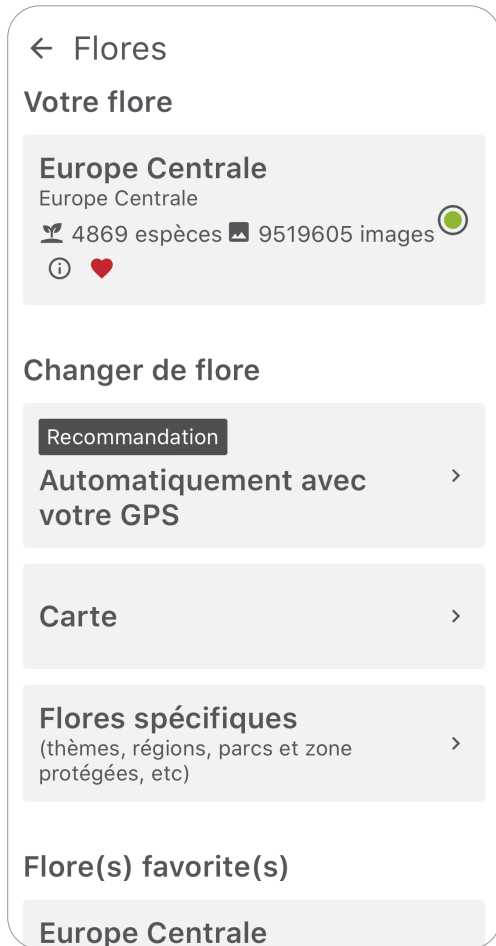
Ces photographies témoins, documentant une observation d'espèce sur le terrain, permettent d'enrichir et de valider les bases de données existantes. Par exemple, l'application **Pl@ntNet** contribue au GBIF (Global Biodiversity Information Facility)⁷, la plus grande plateforme mondiale de données de biodiversité, en alimentant régulièrement sa base avec des images récoltées par les utilisateurs. Le but de cette initiative internationale est de rendre les données mondiales sur la biodiversité gratuites et libres d'accès en permanence via Internet. L'algorithme d'intelligence artificielle appelé Deep-SDM⁸ s'entraîne à prédire les espèces présentes à partir de données satellitaires haute résolution de l'IGN⁹ et de données environnementales (température, précipitation, type de sol, etc.)

Les images recensées par les utilisateurs sont combinées avec celles déjà présentes dans la banque d'images afin de comparer et proposer les résultats les plus semblables. Il est donc primordial d'enregistrer une grande quantité d'observations en prenant autant de photos de bonne qualité que possibles pour permettre à l'algorithme d'être sans cesse plus performant, rapide et fiable. Néanmoins, il n'est pas toujours évident de prendre des clichés optimaux selon le téléphone utilisé car il existe des critères auxquels il faut porter attention afin de faciliter l'analyse de données.

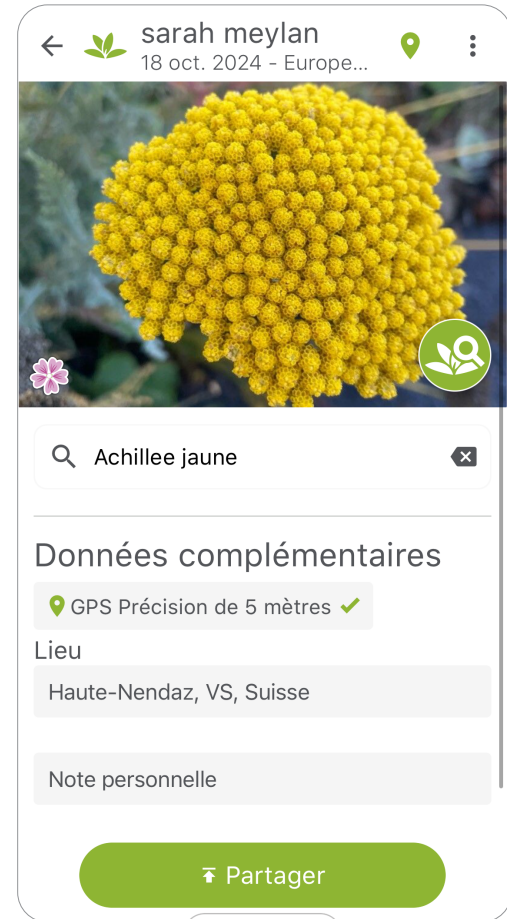
Les critères de qualité des données sont la mise au point et un cadrage serré sur l'espèce observée. C'est là que les caractéristiques du végétal sont le mieux analysées car elles sont plus nettes et visibles. L'arrière-plan doit être le plus neutre et flou possible pour ne pas se confondre avec le sujet principal. Les coordonnées géographiques ainsi que la date de l'observation constituent également des données simples mais cruciales pour assurer le bon fonctionnement de l'algorithme.



[fig8.] – Conseils pour la photo



[fig9.] – Flux, réglages Flores PI@ntNet



[fig10.] – Fiche technique PI@ntNet

1.2 La science participative pour évaluer notre biodiversité

La biodiversité Suisse comporte une grande richesse de variété d'espèces animales¹⁰ (30'000) ou végétale (19'000) qui ne cesse de décliner. Selon l'Office fédérale de l'environnement¹¹ (OFEV), un tiers de toutes ces espèces ainsi que la moitié de nos milieux naturels sont menacés. Les principaux responsables de la dégradation de la biodiversité sont multiples, comprenant le changement climatique, le manque de surfaces naturelles, l'imperméabilisation des sols, le morcellement des habitats, ainsi que l'utilisation intensive des sols et l'apport de pesticides et d'azote.

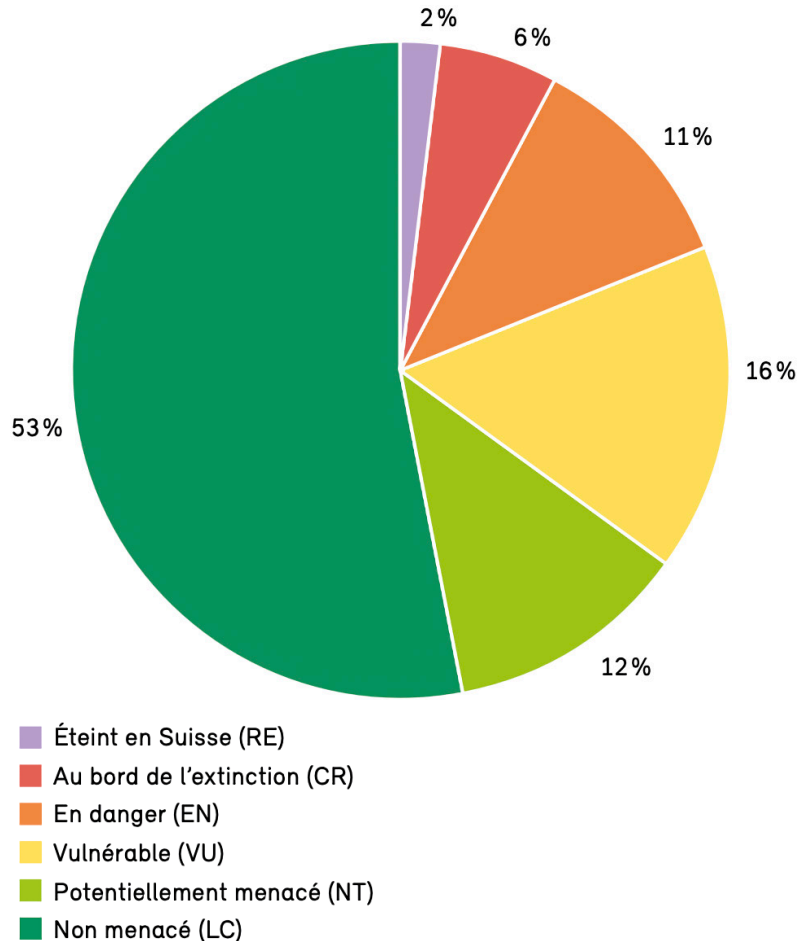
Ces facteurs contribuent à une détérioration des écosystèmes, affectant directement la santé des végétaux. Selon un article publié en 2022 par la Confédération Suisse, *«Les végétaux présentent des carences ou des problèmes de croissance. Ils offrent une moins bonne résistance aux maladies et aux intempéries comme les sécheresses ou les tempêtes. La vie du sol s'appauvrit également.»*¹² (OFEV, 2022).

Ainsi, ces perturbations non seulement fragilisent les espèces végétales, mais appauvrissent également la biodiversité du sol, rendant l'écosystème plus vulnérable aux perturbations climatiques et environnementales. C'est la raison pour laquelle il est primordial de surveiller la faune et la flore locale présente en les répertoriant de manière régulière afin de prendre les mesures adéquates pour leur conservation et protection.

Les nombreuses données recueillies à ce propos sont ensuite classées dans diverses catégories faunistiques, floristiques et mycologiques dans les centres de données Suisses. Ces centres de données représentent une infrastructure dédiée au stockage, à la gestion et à l'analyse de grandes quantités d'informations. Grâce à ce réseau d'informations, les chercheurs, les agences cantonales et nationales, les bureaux d'écologie et le grand public intéressé ont facilement accès à des observations stockées dans une large banque de données nommée InfoSpecies¹³ qui échange ses données via l'infrastructure open source GBIF citée auparavant.



[fig11.] – Identification d'une espèce



[fig12.] – Part des espèces selon les catégories de menace en Suisse

Les applications d'identifications deviennent donc des outils majeurs pour faciliter la transmission d'observations à ces centres, tel que le fait InfoFlora (Centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse et membre d'InfoSpecies) en mettant à disposition différentes Apps tel que : **FlorApp** pour la saisie de plantes vasculaires (mousses, lichens et champignons), **InvasivApp** pour saisir des observations de néophytes invasives ainsi que **FloraHelvetica** pour la saisie de plus de 3000 espèces provenant de l'ouvrage de référence sur la botanique Suisse du même nom.

Bien que ces dernières nécessitent une certaine connaissance de base sur les critères de reconnaissance et peuvent sembler complexe comme première utilisation, l'application **PI@ntNet** quant à elle, résulte d'un projet collaboratif¹⁴ offrant la possibilité de contribuer et soutenir l'archivage des espèces locales aux citoyens et citoyennes amateurs de manière plus abordable. Ils sont chaque jour plus de 50'000¹⁵ à utiliser l'application à travers le monde. Depuis son lancement en février 2013 l'application totalise plus de 4,5 millions d'utilisateurs.

Ce fonctionnement collaboratif, qui repose sur l'engagement actif des citoyens, est connu sous les termes de « *science participative* », « *science citoyenne* » ou encore « *science contributive* ». En 2021, l'historien des sciences Bruno J. Strasser souligne l'importance historique de cette démarche dans son ouvrage *La montée de la science citoyenne : repenser la participation du public à la science*, affirmant que : « *L'émergence du mouvement de la science citoyenne à la fin du 20e siècle représente l'une des transformations historiques les plus significatives dans les relations entre la science et la société à l'époque moderne*¹⁶ ».

Cette approche permet aux citoyens non seulement de contribuer à la production de connaissances scientifiques, mais aussi de renforcer leurs compétences tout en favorisant un apprentissage mutuel qui rapproche la science de la société. Par exemple, en Suisse beaucoup d'informations restent encore lacunaires ou inégales pour un grand nombre d'espèces végétales à cause de leur rareté et ou de l'inaccessibilité des milieux dans lesquels poussent ces dernières. Ces informations sont pourtant nécessaires aux scientifiques pour leur permettre d'avoir une base de données beaucoup plus large et constante durant toute l'année.

Grâce à la collaboration de la population publiant ses images et les informations liées aux plantes identifiées, les cartes de répartition des espèces deviennent de plus en plus exactes et fournies pour palier au manque de données et effectuer un bilan du degré de menace pesant sur les espèces indigènes. Cette contribution permet de surveiller d'autant plus les milieux naturels menacés enregistrés dans des listes rouges qui constituent de ce fait des bio-indicateurs importants pour suivre l'état de notre biodiversité. *« Cela nous permet d'observer l'évolution et les changements de ces espèces à travers le temps et comment se portent les espèces qui se trouvent en liste rouge, lesquelles sont en difficulté, lesquelles se portent bien. »* - S.M.

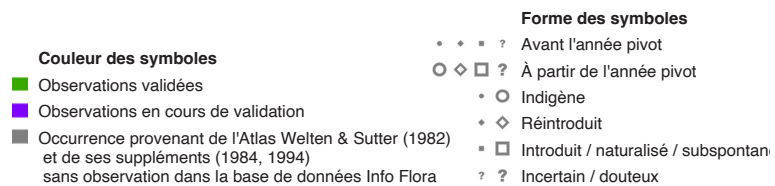
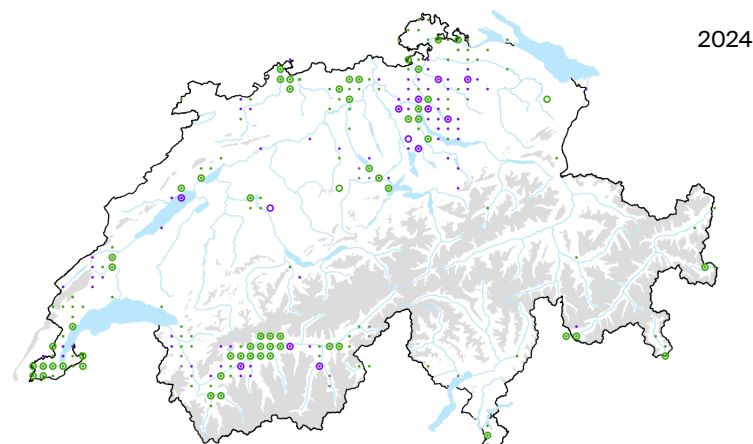
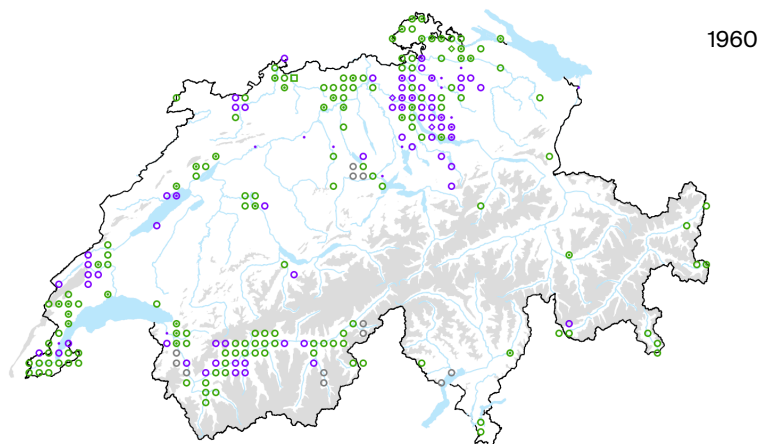
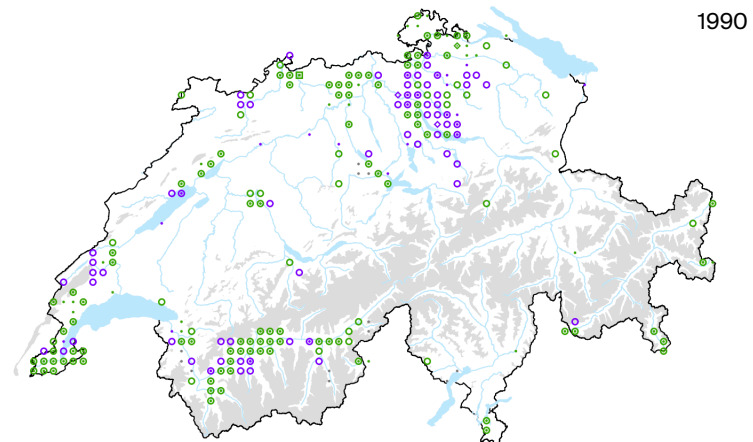
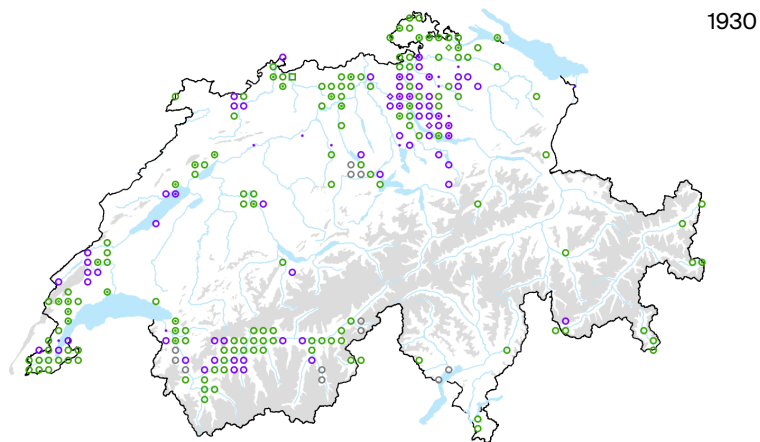
Chaque liste rouge est établie et régulièrement mise à jour sur mandat de l'OFEV par des spécialistes des centres nationaux de données et de coordination qui sont classées selon des critères de risque d'extinction (la superficie de la répartition géographique de l'espèce, la taille et le degré d'isolement des populations concernées et les fluctuations d'effectifs). Pour exemple; en Europe, le Saxifrage bouc (*Saxifraga hirculus*, fig. 13) recule partout et nombre de populations relictuelles sont considérées comme très menacées et en déclin. En Suisse, on ne connaît plus qu'une seule population.

Grâce à des efforts intensifs, celle-ci est relativement stable, raison pour laquelle l'espèce peut seulement être évaluée avec le statut *« vulnérable »* selon les critères de l'UICN, ce qui est sans doute une estimation trop faible. Si les mesures de protection tombaient, l'espèce disparaîtrait en très peu de temps. Elle est donc classée comme *« au bord de l'extinction »* dans la liste rouge actuelle⁷.

Ainsi, la biodiversité suisse, malgré sa richesse, subit des pressions croissantes. Les applications d'identification favorisent le rapprochement entre science et société tout en appuyant la surveillance des écosystèmes. Toutefois, elles restent confrontées à des erreurs liées à l'implication de citoyens non spécialistes et à diverses limites techniques.



[fig13.] – En Suisse, il ne subsiste plus qu'une seule population de Saxifrage bouc (*Saxifraga hirculus*)



[fig14.] – Carte de distribution de *Saxifraga hirculus*

MARGES D'ERREURS & FIABILITÉ

Avec l'essor des applications à reconnaissance automatique, il est crucial de comprendre et de se rendre compte des erreurs et limites. Ce chapitre examine en premier temps les contraintes techniques auxquelles l'algorithme peut être confronté avec ses interprétations le taux d'erreurs résultant. Enfin il met en avant l'importance de la double vérification pour minimiser les différents risques d'erreurs afin d'augmenter leur précision.

5. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

6. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

7. Le GBIF: (réseau international et une infrastructure de recherche financés par les gouvernements mondiaux ayant pour but de fournir à tous et partout un accès libre aux données sur toutes les formes de vie sur Terre). <https://www.gbif.org>

8. Deep-SDM: Modèle de distribution géographique potentielle d'espèce réalisé à partir de l'entraînement d'un réseau de neurone profond convolutif.

9. IGN: Institut National de l'information géographique et forestière (<https://www.ign.fr>)

10. <https://www.pronatura.ch/fr/la-biodiversite-en-suisse-questions-et-reponses>

11. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/biodiversite/en-bref.html>

12. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/forets/dossiers/pourquoi-l-exces-d-azote-nuit-a-la-sante-de-la-foret.html>

13. <https://www.infospecies.ch/fr/>

14. <https://plantnet.org/consortium-plntnet/>

15. <https://pixees.fr/science-participative-le-reseau-plntnet/>

16. <https://data.snf.ch/grants/grant/157787>

17. UZ-2305-F_RL_Synthese.pdf

2.1 Les limites de la reconnaissance automatique

Comme expliqué dans le chapitre précédent, la reconnaissance automatique par images a drastiquement évolué au cours de ces dix dernières années et ne cesse d'être toujours plus performante. Cependant, il existe encore de nombreuses erreurs aperçues lors d'identifications selon l'application utilisée ou l'espèce. La majorité de la flore ne poussant pas lors des saisons d'automne et d'hiver, la période de floraison joue donc un rôle majeur sur le taux de réussite.

Les feuilles et les fleurs qui représentent des caractéristiques morphologiques importantes pour la reconnaissance par image ne sont encore que trop peu visibles voire inexistantes pour certaines. Il y a donc des groupes de spécimen qui restent encore complexes à identifier pour les botanistes ainsi que les techniques d'Intelligence Artificielle. *«Avec les graminées ou les astéracées leur apparence peut varier énormément entre chaque espèce et cela limite rapidement la fiabilité de l'application. Il faut donc être conscient de cela malgré le fait qu'elle facilite beaucoup.»* - F.W.

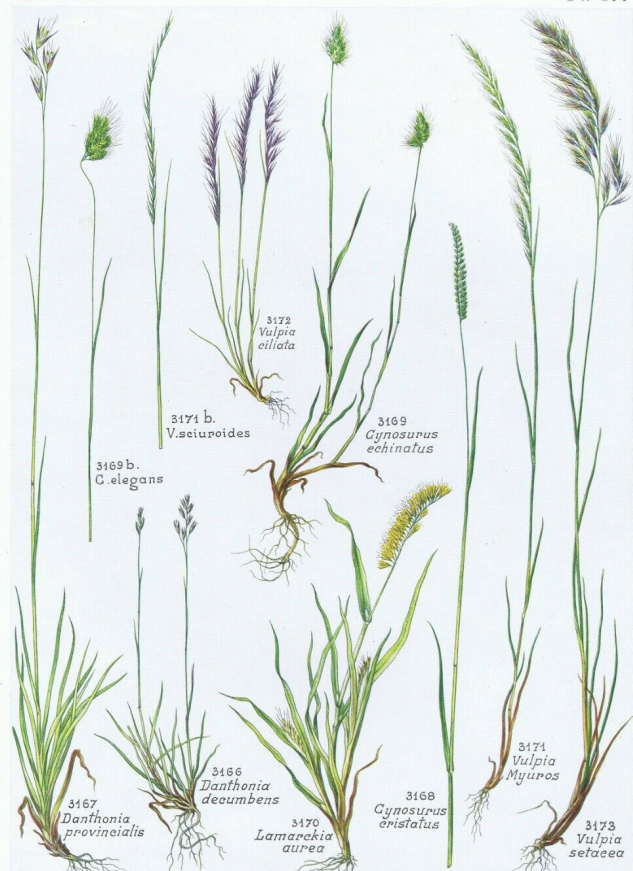
Cette observation souligne l'importance d'être conscient des limites de ces outils : bien qu'ils facilitent grandement le processus d'identification, ils peuvent parfois engendrer des confusions. Pour certaines, comme les bryophytes¹⁸, les différences sont si minimes qu'elles ne sont pas perceptibles à l'œil nu et nécessitent l'utilisation d'un microscope. A l'instar des fougères¹⁹, d'autres spécificités majeures peuvent se trouver également dans leur génétique même si d'un point de vue physique elles se ressemblent profondément. C'est ce que l'on nomme des complexes d'espèces²⁰.

Pour les fleurs, l'odorat et le toucher par exemple, peuvent également être pris en compte comme critères déterminants afin de capter des nuances olfactives ou savoir si la pilosité développée est rêche, douce, étalée, etc... Dans ces cas-là, les appareils photo classiques intégrés à nos smartphones ne sont pas suffisamment développés pour de telles images ou sensations et ne peuvent fournir une identification fiable qu'elle que soit l'application employée. *«Il y a des odeurs aux fleurs et ce n'est pas juste pour le plaisir, même si c'est très agréable, ce sont des critères aussi. Il y a les critères de toucher également, des sens que la machine ne peut pas appréhender.»* - S.M.

Cet extrait souligne que malgré les avancées technologiques, l'intervention humaine reste indispensable dans de nombreux cas. Les capacités sensorielles comme le toucher et l'odorat, inaccessibles aux machines, jouent un rôle crucial lors de l'identification de certaines espèces végétales.

La texture des plantes peut souvent tromper la fonctionnalité automatique d'identification, qui éprouve des difficultés à discerner leur authenticité. Les plantes artificielles en plastique, en carton ou même peintes sont fréquemment identifiées comme réelles, donnant des résultats concluants bien qu'ils soient incorrects. Un exemple illustrant cette limite se trouve dans mon Annexe, sous « *Coppet* ». Bien qu'au premier abord cela montre une certaine performance de l'algorithme, elle prouve en même temps que des précisions détaillées sur leur compositions sont manquantes.

Ces erreurs sont d'autant plus problématiques dans la situation où les applications proposant des contrôles de santé, des diagnostiques ou des traitements instantanés avec un suivi quotidien comme le fait **PictureThis** ne peuvent distinguer le vrai du faux. On peut donc douter de la fiabilité du soin préconisé lorsqu'il s'agit d'un cas concret.



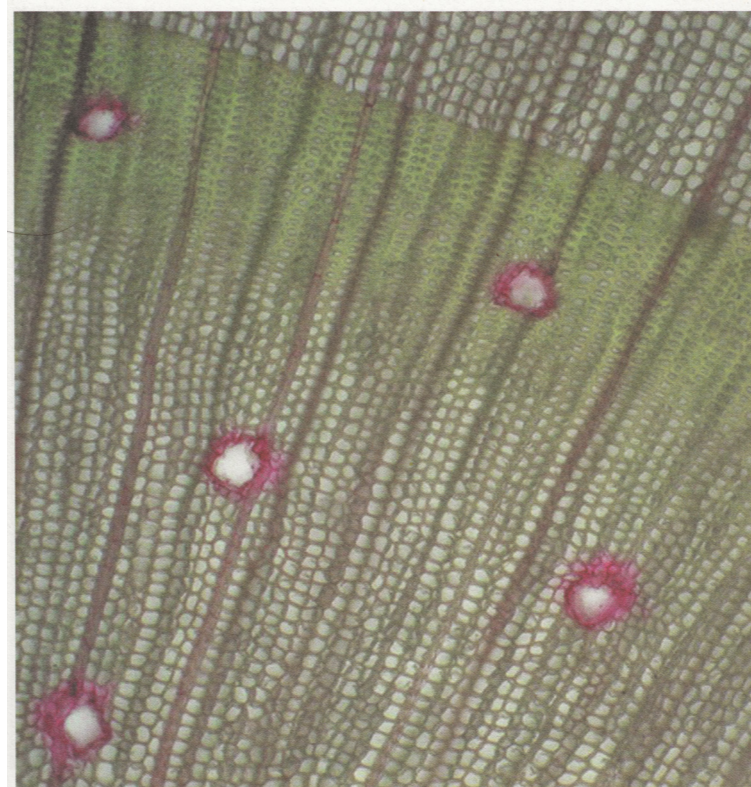
Flora complète de France, Suisse et Belgique, par Gaston BONNIER.

J. Poinssot, dir.

Danthonia, Cynosurus, Lamackia, Vulpia.

Brun et Co., sc.

Imp. H. J. L. L.



IMAGERIE • L'image microscopique révèle ce que l'œil seul ne peut voir et permet de pénétrer au cœur de l'intimité végétale. Ici, une coupe transversale mince de bois* homoxylé* (*Pinus* sp.). En vert les vaisseaux* du bois ou xylème* secondaire, en rose apparaissent les canaux résinitères*. La transition nette entre deux cernes* marque l'arrêt de croissance pendant la période hivernale. La couleur est due à l'emploi d'un colorant : le carmine-vert de Mirande. (Cliché université de Grenoble 1 - S. Aubert, 2008.)

[fig15.] – Planche botanique - Graminées (*Danthonia, Cynosurus*)

[fig16.] – Coupe transversale mince de bois homoxylé (*Pinus* sp.)

2.2 Les défis de la comparaison

Bien que dans certains cas tel que le démontre l'application **PictureThis**, où un seul résultat apparaît à l'utilisateur après avoir utilisé l'identification automatique, comme si le risque d'erreurs était inexistant. Dans d'autres, comme sur **Pl@ntNet**, les résultats affichés sont multiples et soutenus par des chiffres avec des pourcentages. Ces derniers sont générés grâce à l'observateur qui fournit une ou plusieurs images du modèle observé tout en sélectionnant, pour plus de précisions, l'organe qui lui est associé : feuille, fleur, fruit, écorce, plante entière ou autres... L'algorithme compare ensuite ces photos avec celles déjà présentes dans leur base de données afin de ressortir une variété de végétaux avec les taux de correspondance allant des plus élevés (100%) aux plus bas (0%).

Les résultats proposés sous forme de «*choix multiples*», souvent nombreux en fonction de l'espèce photographiée, offrent à l'observateur des pistes initiales pour orienter sa recherche, tout en comparant son image aux différentes suggestions de l'application. Pour les naturalistes, ces propositions variées sont particulièrement utiles, car elles ouvrent de nouvelles perspectives d'identification sur le terrain. «*Ça te sort des espèces auxquelles tu n'aurais jamais pensé et même si parfois ce ne sont pas les bonnes, ça t'offre des nouvelles pistes et idées pour l'espèce en question et me confirme des choix que j'ai fait.*» - D.C.

Cette approche stimule le processus d'identification, favorisant une réflexion critique sur chaque résultat obtenu. En employant cette méthode, les prémices de l'identification de végétaux se trouvent grandement désamorçées en cas de doutes ou d'observations trop complexes. La performance de l'application peut déjà assurer une fiabilité lorsqu'il s'agit de déterminer la famille de la plante recherchée grâce aux caractères morphologique facilement identifiables pour l'IA. Pour trouver ensuite l'espèce en question deux situations sont possibles :

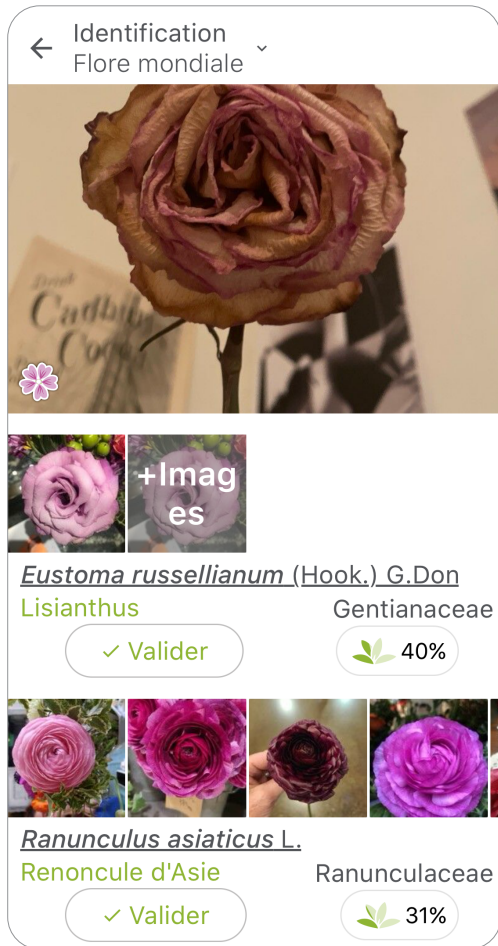
Dans le premier cas, les botanistes et passionnés amateurs peuvent utiliser leurs connaissances, les clés dichotomiques ou bien encore la littérature papier. En analysant et comparant les détails correspondant aux différentes suggestions par pourcentage proposés tout en gardant un esprit critique sur la fiabilité de ces derniers.

Dans le deuxième cas, si l'on est néophyte, la tâche peut s'avérer beaucoup plus complexe car les connaissances et repères de bases pour différencier les espèces présentées ne sont pas acquises. Les pourcentages annoncés peuvent d'autant plus prêter à confusion car l'utilisateur peut facilement se fier au premier résultat avec le taux de comparaison le plus élevé sans prendre en compte certaines marges d'erreurs possibles, même si dans certains cas un haut pourcentage peut être atteint. «*Des fois ça te dit à 90% c'est Sparganium angustifolium alors que c'est Glyceria parce qu'elles sont très similaires de par leurs feuilles qui flottent dans l'eau.*» - F.W.

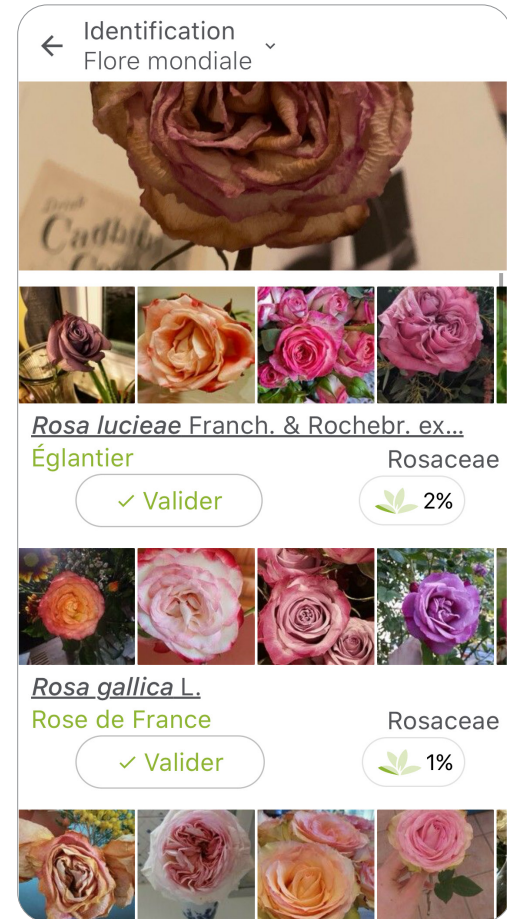
Cela souligne le fait que les identifications par IA peuvent générer une fausse confiance en ces applications. Ce système de comparaison est d'autant plus complexe lorsque certaines observations se retrouvent avec une marge de différence très faible, l'utilisateur non formé ne peut donc voir de manière claire les distinctions entre une espèce correspondante à 65% ou une à 63%. En conséquence, il pourrait naturellement choisir la plus élevée sans prendre en compte la perplexité des nombreuses caractéristiques liées à la distinction de ces espèces et sans remettre réellement en cause la performance de l'algorithme tout en accentuant erronément sa fiabilité.

En effet, il est également important de prendre en compte que les types de végétaux suggérés par pourcentages représentent ceux qui ont été le plus souvent observés et photographiés par les utilisateurs. «*Dans les marais typiquement de la Vallée de Joux, on va voir que les observations elles explosent parce que c'est là qu'il y a tous les joyaux de la flore donc les gens vont y aller plus volontiers*» - S.M.

Ce constat montre qu'une documentation plus détaillée existe pour certaines espèces. Toutefois, cette concentration des observations dans des lieux souvent fréquentés peut introduire des biais dans les données, favorisant les espèces fréquemment observées au détriment de celles qui sont moins accessibles ou moins souvent photographiées.



[fig17.] – Propositions de différentes espèces *Pl@ntNet*



[fig18.] – Autres propositions d'espèces *Pl@ntNet*

Dans l'application **Flora Incognita** par exemple, une grande partie de la flore sauvage européenne y est recensée, une plante décorative achetée en magasin et importée hors territoire sera majoritairement remplacée par une version indigène similaire contenant, à l'inverse, beaucoup plus de **DATA**. « *Bien qu'avec **FloralIncognita** nous visions des fiches d'information de haute qualité dans toutes les langues prises en charge et pour une gamme géographique mondiale, toutes les informations ne sont pas encore disponibles²¹.* » (Dr. Patrick Mäder et Dr. Jana Wäldchen, ingénieurs de **FloralIncognita**, 2021).

Même si leur objectif est d'élargir la base de données à une couverture mondiale, les données collectées restent principalement centrées sur l'Europe. Cela montre qu'aujourd'hui, pour les utilisateurs situés en dehors de cette zone géographique, les informations sur certaines espèces exotiques ou importées seront moins détaillées voir remplacée par l'espèce Européenne s'en rapprochant le plus. Ce qui signifie que le nombre d'erreurs produites par ces algorithmes est d'autant plus contestable lorsqu'il s'agit d'une plante rare et locale ayant une base de données peu conséquente. Dans ces cas-là, les applications présentent encore malheureusement beaucoup plus facilement les espèces communes se rapprochant physiquement à l'espèce rare tout en étant accompagnée d'un taux de pourcentage élevé.

Ayant été identifiée à tort, cela compromet fortement la prise de conscience de sa fragilité et de l'importance de sa conservation en étant soumise à des mesures inadéquates comme la perturbation de son habitat qui serait amené à être détruit ou bien encore le prélèvement de cette dernière pour la cueillette. De ce fait, ces erreurs qui peuvent sembler minimales aux premiers abords peuvent avoir des conséquences néfastes sur la plante elle-même²² et notre écosystème local.

Ces inexactitudes par pourcentages sont d'autant plus dangereuses pour l'être humain lorsqu'elles sont portées sur les champignons. La cueillette des champignons est une activité prisée en Suisse qui requiert beaucoup de prudence car la santé humaine y est directement mise en cause si leur reconnaissance s'avère être mauvaise. Dans notre pays, un peu moins de 10%²³ de ces espèces sont comestibles tout en étant très prisées comme les chanterelles, les bolets, les cèpes, les truffes, etc...) tandis que 10% des grands champignons sont toxiques voire mortelles

comme les Amanites Tue-mouches, les Fausses Oronge, les Pantheres, etc... « *Le plus grand danger est de confondre un champignon comestible et son sosie toxique²⁴.* ». Cet avertissement parut en 2020 de l'OSAV (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires) souligne l'importance de pouvoir distinguer et comparer avec certitude les espèces comestibles, afin d'éviter tout risque potentiel.

De ce fait, l'Union suisse des sociétés de mycologie²⁵ tient à mettre en garde sur la fiabilité des applications d'identifications par pourcentage générés par l'intelligence artificielle et préconise l'accompagnement de personnes ayant les connaissances requises lors des récoltes. Néanmoins, certains novices ont tout de même recouru à l'utilisation de cette technologie numérique, comme **Mushroom Identification** qui applique le même procédé de reconnaissance que celui destiné aux plantes. Portant inconsciemment une trop grande confiance dans les différents résultats obtenus, plus de 2000²⁶ utilisateurs Français se sont retrouvés intoxiqués à la suite de cette pratique en 2022.

Durant cette même année, une étude²⁷ menée et publiée par des chercheurs Australiens, démontre que la précision de ces applications n'est en moyenne efficace qu'à 50% sur les champignons sauvages en indiquant des espèces toxiques comme tout à fait comestibles. Ces mauvais résultats sont la conséquence d'un manque de données accru sur la mycobiote²⁸ locale actuelle ainsi que la négligence du biotope qui l'entoure contenant des espèces polymorphes complexes à analyser changeant constamment de couleurs et de forme. Par exemple : l'espèce comestible *Sparassis Crispa* ou morille d'automne²⁹ qui pousse exclusivement sous les pins tandis qu'à l'inverse sa « *jumelle* » non comestible pousse uniquement sous feuillu.

Le pourcentage de précision dans ces applications joue un rôle important dans l'aide à leur observation et leur conservation mais les erreurs pouvant survenir encore trop couramment impose à l'observateur de prendre conscience de leur fiabilité nuancée et de leur dangerosité malgré un taux de réussite élevé. Pour pallier cela, il est donc crucial de ne pas se fier uniquement aux pourcentages et aux premiers résultats déterminés en employant une double vérification de ces derniers.



[fig19.] – *Sparassis Crépu* (*Sparassis Crispa*)



[fig20.] – *Sparassis lamelleux* (*Sparassis Brevipes*)

2.3 La double vérification de l'identification

A travers les différents usages des utilisateurs, l'algorithme révèle une nette différence d'approche des résultats obtenus. Connaissant l'impact et les risques sur notre écosystème lié à une mauvaise observation d'espèce, les botanistes, naturalistes et autres professionnels du terrain savent qu'une identification correcte ne peut se baser sur l'utilisation d'un seul outil ou d'une seule source. Habitué à mélanger et comparer les informations recueillies à l'aide de ces applications avec les connaissances acquises et autre outil si nécessaire, la double vérification des données relevées fait donc partie intégrante de leur méthodologie de travail.

Si ces résultats venaient à ne pas être vérifiés une seconde fois, cela pourrait fausser les DATA, indispensables pour constituer un inventaire valable des différents sites et espèces inspectés englobant; leurs informations écologiques, leur statut de menaces, leurs répartitions, la liste rouge etc... afin d'effectuer par la suite diverses mesures d'entretiens. Ce procédé doit être d'autant plus appliqué et surveillé dans le contexte de science participative qui offre la possibilité à des utilisateurs ordinaires de partager leurs observations tout en étant peu familiarisés avec ce type de démarche plus critique et éviter de fausser et d'impacter les différentes données enregistrées citées précédemment.

« Les gens non expérimentés sont très vite contents du résultat obtenu et n'ont pas forcément l'esprit critique d'aller revérifier après, ce qui peut créer des fausses données qui sont signalées au centre de données. J'ai pu remarquer des améliorations de performance depuis que les gens partagent leur image mais les erreurs augmentent également » - F.W.

Cette réflexion illustre un double effet des contributions utilisateurs: elles enrichissent la base de données et améliorent les algorithmes, mais le manque de rigueur peut aussi générer des données erronées, soulignant la nécessité de sensibiliser à la vérification des résultats. Sur l'application **FlorApp**, les observations effectuées grâce au smartphone peuvent être synchronisées avec le *« Carnet en ligne »*, un espace personnel qui se trouve avec la version ordinateur d'InfoFlora (fondateurs de **FlorApp**).

Elles sont ensuite intégrées sur les cartes de distribution générales qui servent à représenter la répartition géographique des plantes sur le territoire suisse. Plus de 2000³⁰ débutants ou professionnels ont pu transmettre les plantes sauvages qu'ils ont identifiés grâce à cette fonctionnalité. Cette interface permet de transmettre les observations souhaitées et de communiquer avec les validateurs et modérateurs qui assurent l'amélioration de la qualité des données hébergées ainsi que la connaissance de notre flore. Cependant, ces derniers ont le dernier mot quant à l'utilisation de ces observations, des données non-validées peuvent ainsi être exclues des cartes de distribution, d'export de données ou d'analyses faites par InfoFlora.

« On peut ajouter des espèces de grandes raretés et ensuite on a la possibilité de voir le nom des gens qui vérifient l'espèce en question. C'est important d'ajouter une photo en témoin pour lui rendre l'identification encore plus facile et lui assurer qu'il s'agit bien de l'espèce en question. Ensuite ils peuvent valider l'identification pour qu'elle puisse rentrer dans les données Suisse. » - S.M.

Cet exemple permet de démontrer comment les informations générées par tous les utilisateurs peuvent être contrôlées de manière encadrée. Mais contrairement aux professionnels, les utilisateurs amateurs employant majoritairement ces applications dans un cadre personnel ou ludique n'ont pas forcément la formation et les connaissances nécessaires pour comprendre l'importance de cette approche. Portant majoritairement une trop grande confiance dans cette technologie numérique, l'idée de remettre en doute les informations données par cette dernière ne viendrait pas automatiquement dans l'esprit de tous.



de fr it



Observations

Validation

Missions

Atlas régionaux

Carnet en ligne - Info Flora

Etat des validations

Dernières actions de validation

Historique des actions les plus récentes

Mes observations Validation Modération

Observation	Observateurs	Action	Depuis	Personne
5 495 319 oct. 2016		<i>Hypericum pulchrum L.</i> Rodorsdorf	Observation valide selon témoin	1 jr
5 090 037 août 2015		<i>Erigeron atticus Vill.</i> Bourg-Saint-Pierre	Observation valide selon témoin	4 jrs
4 469 772 sept. 2014		<i>Carex vaginata Tausch</i> Giswil	Observation valide selon témoin	11 jrs
10 339 113 mai 2021		<i>Heracleum sphondylium subsp. alpinum (L.) Bonnier & Layens</i> Balsthal	Observation valide selon témoin	11 jrs
10 339 109 mai 2021		<i>Asperula neilreichii Beck</i> Oensingen	Observation valide selon témoin	11 jrs
3 647 773 mai 2010		<i>Euphorbia palustris L.</i> Morges	Observation valide	21 jrs
11 427 542 avr. 2022		<i>Taraxacum palustre aggr.</i> Cudrefin	Observation valide selon témoin	25 jrs
11 427 541 avr. 2022		<i>Taraxacum palustre aggr.</i> Cudrefin	Observation valide selon témoin	25 jrs
11 427 540 avr. 2022		<i>Taraxacum palustre aggr.</i> Vully-les-Lacs	Observation valide selon témoin	25 jrs

1 - 20 / 942



Etat de mes observations

Nombre d'observations par statut de validation

	Observations en attente de validation	31518 Obs
	Témoins demandés	13 Obs
	Peu plausible selon la modélisation	0 Obs
	Observations à confirmer par l'observateur	0 Obs
	Observations en débat	0 Obs
	Observations validées	919 Obs
	Observations validées sans l'aide d'un témoin	911 Obs
	Observations validées à l'aide d'un témoin	8 Obs

Cliquer pour afficher les observations correspondantes



Carte de distribution

Dernière mise à jour des données: 11.11.2024 - 06:08

[Export PDF](#)[Export JPG](#)

Atlas flore



Fonds de carte



Légendes



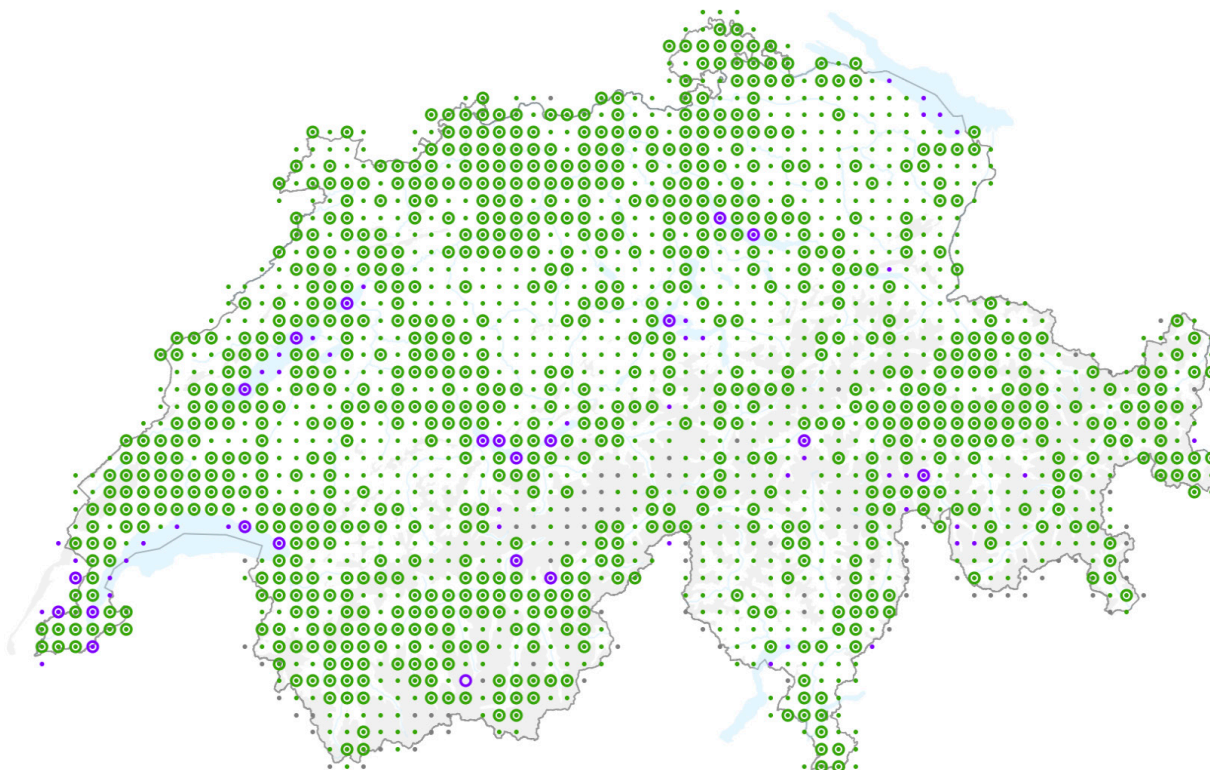
Simple

- Avant l'année pivot
- Après l'année pivot
- ◉ Avant et après l'année pivot

Avancée

Forme des symboles

- ♦ Avant l'année pivot
- ?
- ♦ Après l'année pivot
- ?
- ○ Indigène
- ♦ ♦ Réintroduit
- □ Introduit / naturalisé / subspontané / échappé
- ? ? Incertain / douteux



[fig24.] – Carte de distribution du Pissenlit des marais (*Taraxacum palustre*) Info Flora

Comme le démontre cette citation venant d'un entretien effectué avec un amateur : *«Je ne ressens pas le besoin de faire une double vérification car souvent une seule photo suffit pour avoir un bon résultat que je peux comparer avec les images des autres utilisateurs.»* - G.V.M, le manque d'avertissement ou de sensibilisation sur leurs possibles erreurs, ne participe pas à cette démarche et prise de conscience pour les non-initiés contrairement à des applications pour les champignons.

Bien qu'une mauvaise analyse de la fonge peut porter atteinte à notre santé, les messages d'attention sont tout aussi indispensables avec les plantes car certaines peuvent être confondues avec des semblables qui s'avèrent être toxiques. Comme avec le cas de l'ail des ours souvent consommée où d'autres espèces toxiques peuvent pousser au milieu de cette dernière et être confondues avec l'arum tacheté (*Arum maculatum*), le colchique d'automne (*Colchicum autumnale*) ou le muguet de mai (*Convallaria majalis*).

Divers outils sont ainsi disponibles afin d'éviter le maximum d'erreurs. Pour commencer tout simplement, l'utilisation d'une deuxième application d'identification pour les végétaux permet de comparer les nouveaux noms proposés avec les précédents dans le but de constater des similarités d'informations entre les deux outils numériques. Ensuite, l'utilisation des différentes clés taxonomiques illustrées dans les livres sur la botanique représentent une alternative d'expertise, elles restent malgré tout uniquement accessibles aux personnes qui connaissent leur fonctionnement.

Pour terminer, l'échange de connaissances est une pratique régulièrement employée par les passionnés car la communauté présente est très active et englobe tout aussi bien des débutants que des professionnels du domaine. Ces derniers permettent de fournir des explications plus constructives tout en apportant des analyses précises des caractéristiques des plantes recherchées tout en apportant des sources fiables.

Que ce soit à travers des serveurs Discord (Aroids/The Apothecary /Plantcord etc...) ou autres forums telle l'application **iNaturalist** qui illustre parfaitement cette collaboration, les observations peuvent être transmises à toute la communauté qui, par la suite, a la possibilité d'intervenir volontairement sur la publication de l'utilisateur afin de la valider ou non.

Pour citer un exemple rencontré lors de mon entretien dans la réserve naturelle des Grangettes, le gestionnaire interviewé utilisant cette application depuis 2017, a pu confirmer plus de 36'500 identifications sur les observations générées par d'autres utilisateurs. L'espace commentaire leur permet ensuite d'argumenter et de discuter plus amplement sur leur retour pour permettre à l'observateur d'acquérir de nouvelles informations. Un exemple illustrant cet exercice que j'ai pu effectuer est visible dans mon annexe sous la section *«Parc des Grangettes»*.

Malgré leurs progrès, les outils numériques restent vulnérables à des erreurs dues à des données incomplètes, au manque d'interprétation sensorielle et à une rigueur variable des utilisateurs. Ces imprécisions peuvent affecter l'environnement, la santé et la conservation des espèces. Une double vérification, impliquant d'autres outils ou experts, et une sensibilisation des utilisateurs aux impacts des mauvaises identifications sont donc essentielles.

Par ailleurs, il est crucial d'approfondir notre curiosité et la transmission des savoirs pour mieux comprendre ces impacts potentiels et renforcer notre vigilance. Le chapitre suivant explore ainsi comment ces outils, au-delà de leurs performances techniques, participent à cet éveil et à cette diffusion des connaissances.



Strophariacées, de la famille des
Champignons et lichens (*Fungi*)

Nom botanique: *Hymenogastraceae*

⚠ Attention

Les commentaires sur le contenu ne peuvent pas être utilisés comme référence pour MANGER ou TOUCHER UN CHAMPIGNON. Certains champignons peuvent être TRÈS TOXIQUES, veuillez acheter des champignons comestibles et que vous pouvez toucher par le biais des circuits habituels.

+ Ajouter à Mon jardin

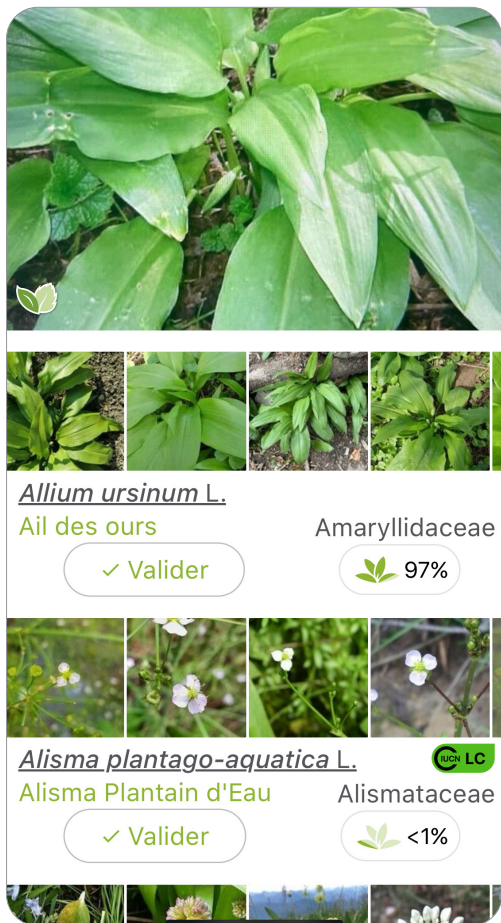
[fig25.] – Attention toxicité Picture This

⚠ Toxicité

Certains champignons de la famille des Hymenogastraceae contiennent des hallucinogènes, comme le psilocybe épris de fumier (*Deconica coprophila*), qui peut provoquer des hallucinations lorsqu'il est ingéré. Il y a aussi quelques champignons toxiques mortels dans cette famille, tels que le pholiota marginé (*Galerina marginata*) et beaucoup de ses congénères, qui peuvent provoquer de graves douleurs abdominales, de la diarrhée et des vomissements, et ces symptômes peuvent durer de six à neuf heures. En plus de ces symptômes, les toxines peuvent gravement affecter le foie humain et provoquer des saignements gastro-intestinaux, un coma, une insuffisance rénale et même la mort. Ces symptômes apparaissent généralement dans les sept jours suivant la consommation. Il existe également de nombreux autres champignons toxiques dans cette famille, que vous ne devriez pas collecter ni manger une fois trouvés. Si vous ressentez une gêne après l'ingestion, consultez un médecin dès que possible.

+ Ajouter à Mon jardin

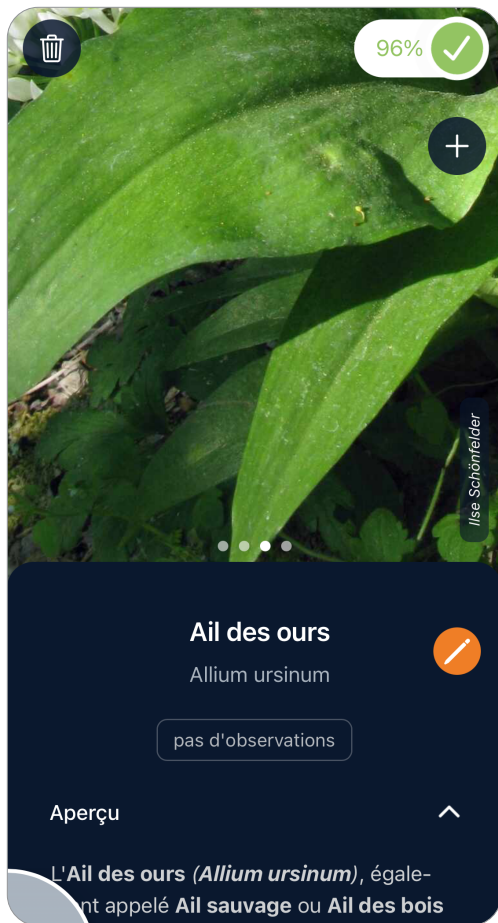
[fig26.] – Infos toxicité Picture This



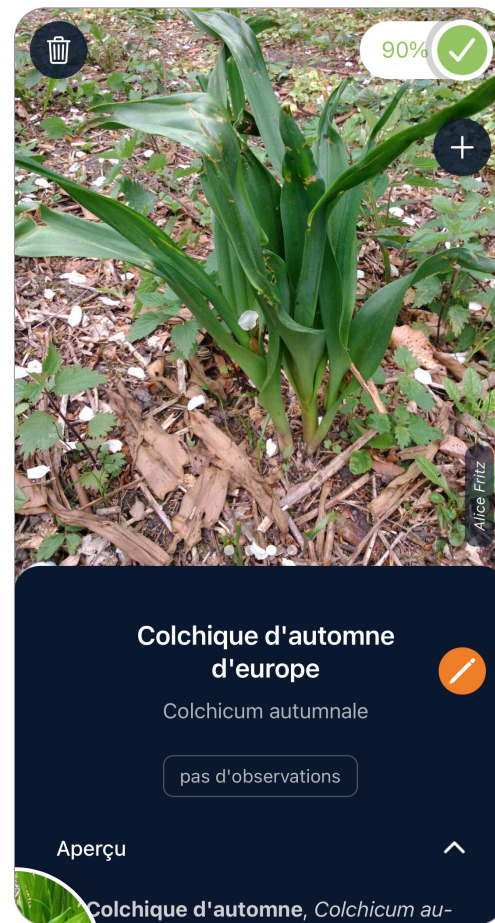
[fig27.] – Identification Ail des ours (*Allium ursinum* L.). PI@nNet



[fig28.] – Identification Colchique d'automne (*Colchicum autumnale* L.). PI@nNet



[fig29.] – Identification **Ail des ours** (*Allium ursinum* L.) *Flora Incognita*



[fig30.] – Identification **Colchique d'automne** (*Colchicum autumnale* L.) *Flora Incognita*

v GENERAL

general-chat

hobbies-and-media

memes

pets-and-wildlife

mental-health-check

misc-bot-commands

server-suggestions

🔒 General Voice-Chat

v PLANT NEEDS

👤 plant-advice-forums

plant-identification



v INDOOR PLANTS

succulents-and-cacti

carnivores

tropicals

orchids



beckysayshi 28/03/2024 16:38

!id leaf



beckysayshi !id leaf



BOTany [!id] APP 28/03/2024 16:38

16.19%: Allium tricoccum (Ramp, Wood leek, Wild leek)

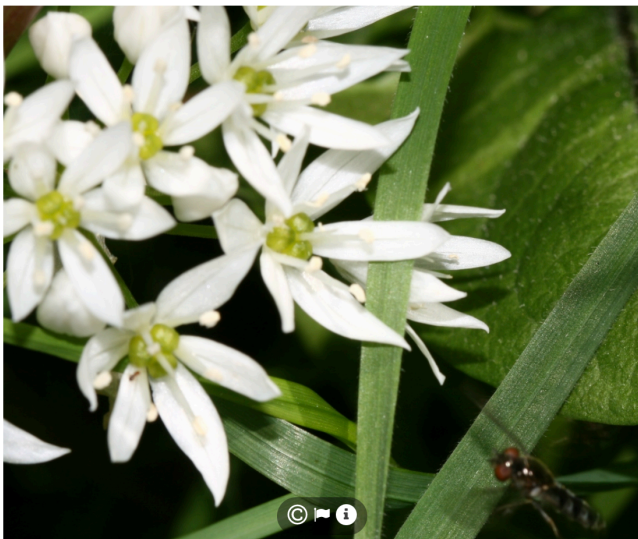
10.96%: Zantedeschia rehmannii (Red calla lily, Red calla, Pink calla)

8.65%: Aspidistra elatior (Cast-iron-plant, Barroomplant, Cast Iron Plant)

6.58%: Allium ursinum (Wild Garlic, Ramsons, Bear garlic)

4.54%: Aspidistra lurida (Milky Way)

[fig31.] – Suggestion d'identification sur Discord



Base de donnée

Espèces

Images

iNaturalist

Ail des ours
(*Allium ursinum*)

Colchique d'automne
(*Colchicum autumnale* L.)

120

Activité



sandyrae a suggéré un ID

🏆 Amélioration 13 j | ▼



Ail des Ours
Allium ursinum

⇄ Comparer

✓ Accepter

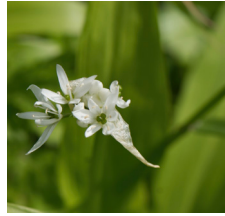
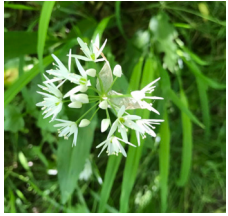


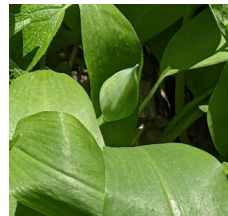
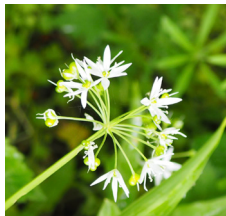
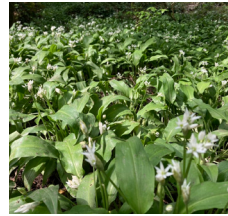
cmarkwilson a suggéré un ID

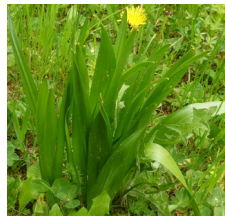
12 j | ▼

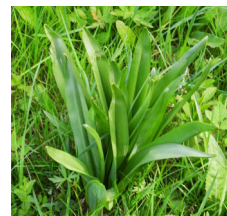
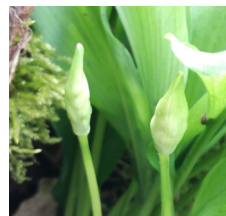
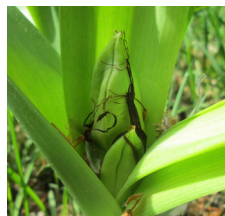
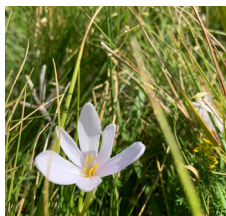
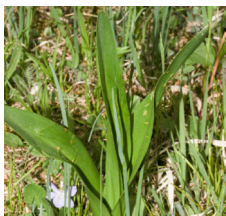
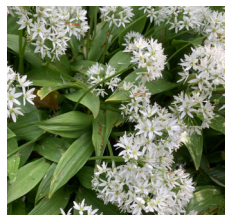
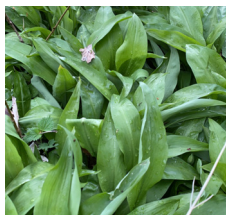
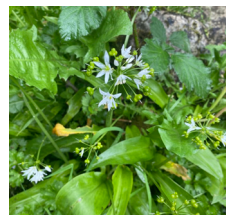
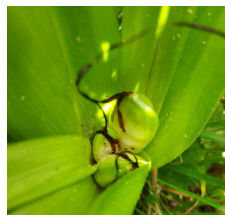
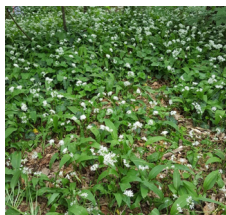
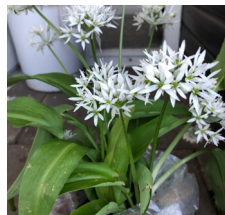
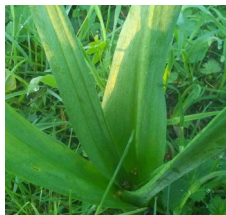
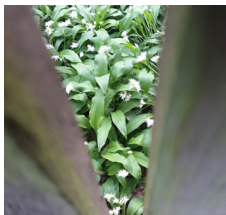


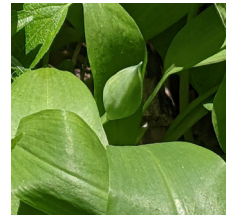
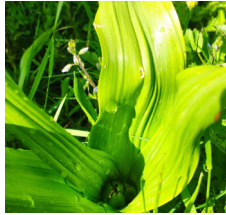
Ail des Ours
Allium ursinum











CONNAISSANCE & CURIOSITÉ GRANDISSANTE

La transmission du savoir et des connaissances des individus est essentielle pour permettre à la société de progresser sur la compréhension de la diversité de notre environnement. Ce passage montre l'importance du partage d'informations via ces plateformes numériques et de la pertinence de leur usage dans l'éducation. Seront amenés de manière plus personnelle certains témoignages que j'ai pu obtenir durant mes entretiens afin d'appuyer mes propos.

18. <https://www.swissbryophytes.ch/index.php/fr/guide-pratique/praktische-hinweise/praeparieren>
19. [florach-2022-herbst-automne-forum35-36.pdf](https://www.florach-2022-herbst-automne-forum35-36.pdf)
20. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers21-03/17449.pdf
21. <https://floraincognita.com/flora-incognita-app/>
22. <https://homme-nature.ch/comment-cueillir-les-plantes-sauvages/#:~:text=Les%20bonnes%20pratiques%20de%20la%20cueillette%20de%20plantes%20sauvages&text=Cueillez%20avec%20mod%C3%A9ration%20en%20ne,de%20cueillir%20des%20individus%20isol%C3%A9s.>
23. <https://www.rts.ch/info/suisse/14329006-la-majorite-des-intoxications-dues-aux-champignons-proviennent-despeces-comestibles.html>
24. <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/einzelne-lebensmittel/speisepilze-sicherheit-und-ri-siken.html>
25. <https://www.rts.ch/info/suisse/14329006-la-majorite-des-intoxications-dues-aux-champignons-proviennent-despeces-comestibles.html>
26. <https://www.brut.media/fr/videos/environnement/nature-voyage/on-a-teste-les-applications-pour-reconnaitre-les-champignons-mortels>
27. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36794335/>
28. Le mycobiote est l'ensemble des champignons présents dans une région géographique particulière ou dans un type d'habitat donnée.
29. <https://www.brut.media/fr/videos/environnement/nature-voyage/on-a-teste-les-applications-pour-reconnaitre-les-champignons-mortels>
30. <https://fieldbook.infoflora.ch/fr/home>

3.1 Partage de savoir avec la communauté

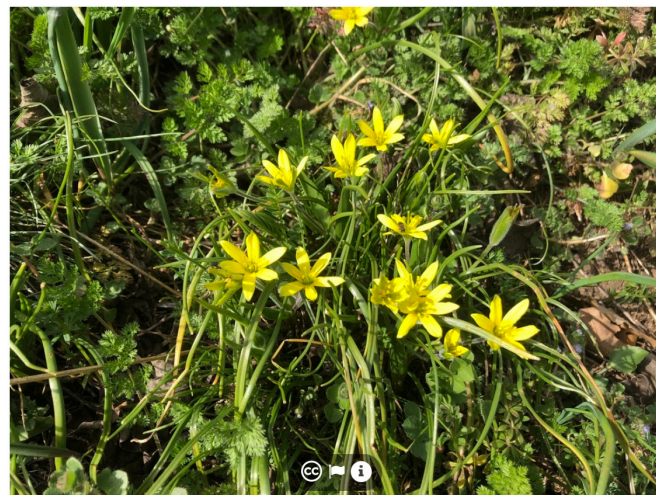
Lors de mon entretien au Parc des Grangettes, j'ai pu également constater l'enthousiasme que ces applications suscitent chez l'utilisateur, notamment grâce à la possibilité d'échanger avec d'autres passionnés et même des professionnels du domaine. *«C'est incroyable car Bernard Hausdorff³¹ qui s'occupe de la collection des mollusques pour l'Allemagne a pu identifier un de mes postes, j'ai pu ensuite discuter avec pour en apprendre plus sur l'espèce en question car il m'avait fourni diverses sources scientifiques pour appuyer ses propos.» - R.D.*

L'exemple mentionné, où un expert reconnu intervient pour aider à l'identification d'une espèce, montre à quel point ces plateformes peuvent enrichir les connaissances des utilisateurs. Rassemblant professionnels du domaine, passionnés et amateurs de tout âge autour d'un objectif commun qui est de découvrir et identifier des espèces végétales et animales, l'émergence de ces applications a grandement permis de transformer les interactions au sein de la communauté des scientifique et naturalistes afin d'émanciper un domaine qui était autrefois réservé à un cercle très restreint de connaisseurs. Désormais accessible à un public beaucoup plus large et diversifié, l'échange de connaissances entre utilisateurs facilite l'accès à un apprentissage riche, varié et complexe.

En effet, si l'on reprend l'exemple des forums déjà cités ou comme dans l'application iNaturalist qui en plus de la fonction d'identification de diverses espèces, les personnes ont la possibilité d'enregistrer, de partager et de discuter de leurs observations avec d'autres utilisateurs internationaux, permettent de créer un réel dynamisme d'échange où chaque nouvelle donnée enregistrée sur la plateforme offre une opportunité d'enrichissement collectif supplémentaire. *«J'ai effectué plus de 36'500 identifications pour les autres utilisateurs et j'ai échanger avec beaucoup d'entre-eux car il m'arrive d'identifier plusieurs fois pour les mêmes personnes.» -R.D.*

En participant à cet environnement idéal d'apprentissage, les néophytes bénéficient de ressources détaillées et fiables grâce à la participation de botanistes expérimentés, qui partagent leurs connaissances et répondent à leurs questions. Cette interaction favorise une meilleure compréhension de la biodiversité et stimule l'intérêt pour l'exploration et le partage des découvertes. En renforçant la sensibilisation à la conservation, cette démarche enrichit la communauté avec de nouvelles observations et connaissances sur les espèces végétales et animales.

Gagée des Champs (*Gagea villosa*) EN Niveau de recherche



Activité



vaudoiseaux-a-suggéré-un-ID

ID supprimé févr. 21



Gagée-de-Bohème
Gagea bohemica



vaudoiseaux a suggéré un ID



Gagée de Bohème

Gagea bohemica

ID supprimé

févr. 21

▼



manuelramalho a suggéré un ID*



Gagée des Champs

Gagea villosa

Comparer

Accepter

* manuelramalho pense que ce n'est pas **Gagée de Bohème (*Gagea bohemica*)**



manuelramalho a commenté

févr. 21

▼

Le style est pubescent chez *G. villosa* et glabre chez *G. bohemica*. Le milieu n'est par ailleurs pas celui de *G. bohemica* qui pousse souvent directement sur les roches siliceuses.



vaudoiseaux a commenté

févr. 21

▼

@manuelramalho Merci pour la précision ! En effet, avec @tim82 on a mal regardé le milieu et on s'est trompé de gagée



vaudoiseaux a suggéré un ID

févr. 21

▼



Gagée des Champs

Gagea villosa



tim82 a commenté

févr. 21

▼

[fig34.] – Correction d'identification sur iNaturalist



Gagée des Champs

Gagea villosa



tim82 a commenté

févr. 21

▼

Merci pour ces précisions @manuelramalho ! :



simoncrameri a commenté

févr. 21

▼

J'ai récemment vu *G. bohemica* dans la région de Naters. Elle est aussi plus petite, avec moins de fleurs. Coordonnées précises sur demande :)



pterrier a suggéré un ID

mars 21

▼



Gagée des Champs

Gagea villosa

Commentaire

Suggérer une identification

B

I

∞

¶

≡

≡

Aperçu

Laisser un commentaire

Valider

☐ Marquer comme vérifié

[fig35.] – Précision d'identification sur iNaturalist

3.2 Un domaine complexe accessible & pédagogique

Dans la majorité de ces applications, est incluse la fonctionnalité «*fiche technique ou Infos Plante*» qui permet à l'utilisateur de générer un descriptif contenant des informations plus détaillées de la plante précédemment identifiée grâce au smartphone. Sur l'application **FloraHelvetica**, cette documentation provient tout simplement des pages qui ont été scannées du livre d'identification portant le même nom. Comme si l'ouvrage scientifique se trouvait directement dans la poche, la lecture des extraits de ce dernier utilisant des termes techniques permet donc aux botanistes de confirmer leur analyse. «*J'utilise Flora Helvetica des fois pour une double vérification car il y a toutes les descriptions, leurs noms, des illustrations du livre et des clés avec du texte qui décrit très bien la plante.*» - F.W.

Ces précisions leur permettant d'éclaircir d'autant plus leur recherche avec de nouvelles données. A contrario, avec **PictureThis**, destinée à un public plus novice, des nombreuses informations utilisant des termes simplifiés sont comprises tels que: leurs noms /des photos exemples/ des chiffres clés/ des caractéristiques/ une description/ la classification scientifique/ son entretien/ ses nuisibles/ ses maladies et son histoire. Une amie proche, passionnée par la diversité des plantes, m'a confié que son intérêt est né grâce à cette application. «*C'est un peu là que j'ai découvert cette passion pour l'occupation des plantes et de leurs caractéristiques.*» - S.W.

L'utilisation de ces fiches techniques permet donc d'obtenir rapidement de nombreuses réponses sur l'espèce qui a suscité notre curiosité tout en s'adressant à deux publics bien distincts. Elles restent suffisamment compréhensibles pour tout un chacun selon leur besoin d'utilisation ou leur degré de familiarité dans la botanique, encourageant ainsi l'utilisateur à l'employer régulièrement. De plus, des poèmes liés à la plante observée peuvent être envoyés à la personne souhaitée. Lors de mon entretien avec ami amateur, il m'a révélé qu'il communiquait régulièrement avec sa grand-mère grâce à l'application. «*J'échange souvent avec ma grand-mère les poèmes générés qui sont liés aux plantes que l'on a observées, comme ça on sait ce que l'un ou l'autre à vue ce jour-là.*» - G.V.M.

Ce procédé illustre non seulement l'aspect ludique et créatif des échanges possibles et intergénérationnels tout en favorisant un apprentissage actif et partagé. Il existe tout de même une réticence chez certaines personnes quant à l'intégration du numérique lorsque l'on est en pleine nature, incitant à être encore et toujours sur les téléphones. Pour beaucoup, les sorties en extérieur sont l'occasion de se déconnecter des écrans et de se recentrer sur l'environnement qui nous entoure.

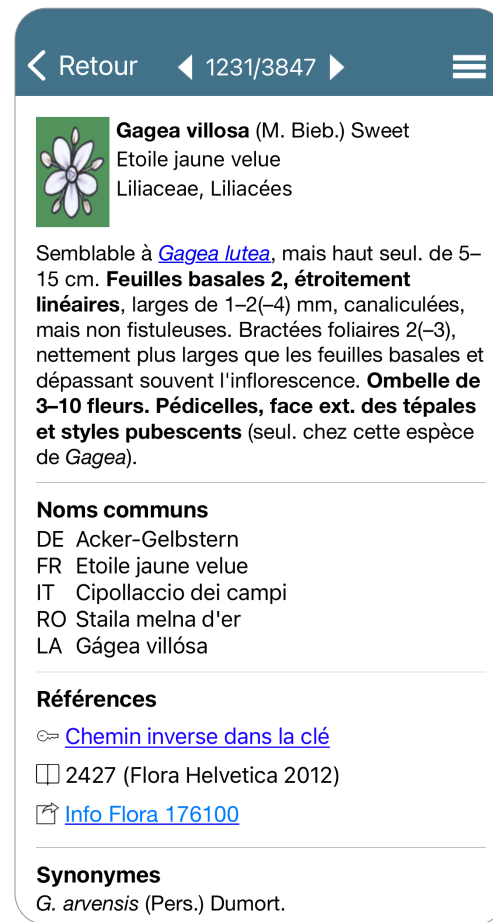
L'idée d'intégrer d'avantage la technologie dans ces moments peut donc sembler paradoxale voir contre-productif. «*Je trouve même cela triste et dommage que dans les futures formations professionnelles, ce genre d'applications soit utilisées et que les futurs apprentis ne devront même plus savoir la nomenclature de tête...ce qui est quand même des plus importants dans notre métier pour communiquer.*» - J. Jardinier sur Lausanne.

Certains botanistes sont donc encore opposés à l'idée d'identifier des plantes par photographie numérique privilégiant les méthodes plus traditionnelles comme les guides d'identifications. Ils craignent que cette facilité d'accès aux résultats finisse par faire disparaître l'apprentissage des clés dichotomiques pour reconnaître des plantes de manière autonome.

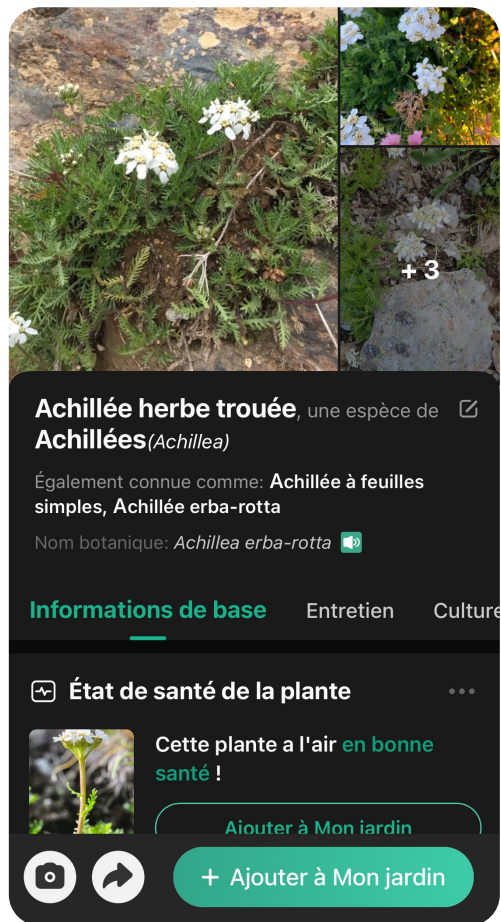
Cependant, l'intégration de ces outils numériques rend l'apprentissage accessible, quels que soient le niveau de connaissance ou les moyens. Ils intègrent de nouvelles approches pédagogiques qui allient autonomie et apprentissage collaboratif, rendant le domaine plus inclusif. Ils peuvent d'autant plus compléter les méthodes traditionnelles sans pour autant les remplacer, mélangeant le savoir classique et l'accessibilité moderne.



[fig36.] – Fiche technique sur *Etoile jaune velue* (*Gagea villosa*) *FloraHelvetica*



[fig37.] – Informations détaillées sur *Etoile jaune velue* (*Gagea villosa*) *FloraHelvetica*



[fig38.] – Informations détaillées sur Achillée herbe trouée (Achillea) PictureThis



[fig39.] – Poème sur Achillée herbe trouée (Achillea) PictureThis

En autres, des formations sont disponibles, comme chez Silviva³², qui proposent de mener des réflexions sur le numérique et l'enseignement à l'extérieur et le moyen d'intégrer cet outil dans cette pratique tout en présentant ces applications d'identifications durant leurs cours. La fondation a par ailleurs eu l'opportunité de travailler avec Julien Mercier (ingénieur des médias, HEIG-VD) & Laura Leon Perez (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, UNIGE) sur la thématique de «*l'emploi de réalité augmentée dans la nature*³³» afin de tester la pertinence de l'utilisation de nouveaux outils numériques de manière pédagogique.

Autre exemple pertinent, à la suite d'un échange par mail avec le cercle botanique Vaudois, j'ai pu découvrir un projet nommé : «*Apprenez à connaître les plantes*» qui était dans le cadre d'un cours destiné à des élèves entre la 5ème et 11ème année. «*Je n'étais pas sûr qu'il y ait un intérêt. Cependant, beaucoup plus d'élèves se sont manifestés que prévu, de sorte que tous n'ont pas pu participer.*» -Professeur de botanique initiateur du projet.

Le but était de tester la détermination des plantes en utilisation l'application *Floralincognita* tout en apportant l'expérience de l'enseignement sur différents terrains : Cours de l'école/ Le jardin de Rose/ Zone résidentielle humide/ Dignes de Kinzig. Selon leur retour, les résultats obtenus grâce à l'application employée était fidèles et surprenants car elle a su notamment identifier, malgré son piètre état l'espèce *Eragrostis Pilosa*. Suite à cette méthode d'enseignement hybride, les élèves étaient déjà capables de rapidement identifier certains végétaux, précédemment rencontrés comme *Dysphania Pumilio*.

Le projet sera à nouveau proposé pour les prochaines années grâce au succès rencontré. Ce transfert de savoirs incluant le numérique permet donc de contribuer à une prise de conscience de l'importance de la diversité d'espèces qui constituent notre environnement tout en favorisant un engagement collectif pour sa préservation.

Bien que certains craignent que ces outils technologiques ne remplacent les méthodes d'apprentissage traditionnelles, il apparaît qu'au contraire, ils peuvent les compléter et contribuer au développement d'une culture environnementale plus large et inclusive. Ils reflètent un intérêt grandissant pour l'éducation à l'environnement, proposant une alternative accessible et engageante pour sensibiliser le public. Cela soulève toutefois la nécessité d'examiner leur utilisation, tant par les jardiniers amateurs que par les professionnels pour évaluer leur efficacité et limites face aux divers objectifs.



[fig40.] – Usage de la réalité augmentée à l'école pour apprendre sur la biodiversité

IMPACT SUR LA BIODIVERSITÉ

Ce dernier chapitre examine l'usage de ces applications à travers différents objectifs, démontrant leur utilité pour les jardiniers amateurs et les professionnels du domaine. Malgré leurs avantages à petite échelle, leur impact global demeure limité face aux enjeux de la biodiversité actuelle.

31.<https://scholar.google.de/citations?user=rvt-9BUYAAAAJ&hl=en>

32.<https://www.silviva.ch/fr/>

33.https://www.letemps.ch/sciences/la-realite-augmentee-a-l-ecole-pour-apprendre-la-biodiversite?srsltid=AfmBOor8SE_u-uJiacDKcy3Zf6MTSjHlnUVbm453s7GnddAocDlJjOZq

4.1 Les usages pratiques

Au-delà de pousser notre curiosité et d'augmenter nos connaissances en botanique, les applications dédiées à l'identification des plantes peuvent s'avérer être de véritables assistants personnels pour faciliter de manière quotidienne leur entretien. Néanmoins, il est crucial de différencier, comme dans les chapitres précédents, deux types de publics distincts lors de leur utilisation car leurs objectifs et leurs enjeux ne sont pas similaires.

Pour commencer dans un contexte familial, ces applications sont employées pour guider de manière quotidienne l'utilisateur amateur durant l'entretien de ses plantes, qu'elles soient d'intérieurs ou d'extérieurs comme dans un jardin. Les applications telles que **PlantID & Care** ou **PictureThis** pour la citer à nouveau, offrent un suivi précis pour la conservation, la prévention et le traitement de la plante en cas de maladie. Les consommateurs obtiennent également plusieurs indications et astuces adaptées au soin de chaque plante détectée, telles que les techniques d'arrosage, les conditions d'éclairage et les recommandations alimentaires nécessaires. Un exemple personnel de l'efficacité de cette fonctionnalité est visible sous «*Conclusion*» de mon Annexe.

Grâce à cela, leur routine d'entretien se simplifie par l'activation des notifications rappelant automatiquement les tâches importantes à effectuer car l'application surveille en temps réel leur besoins. Ainsi, l'utilisateur peut reposer en grande partie sur cette dernière pour assurer un maintien journalier de ses végétaux. J'ai pu personnellement observer l'efficacité de ces outils en expérimentant l'application **PictureThis** pendant plusieurs semaines sur une de mes plantes. Cela m'a permis de constater la pertinence des informations fournies, notamment en termes de soins spécifiques à apporter. Les détails relatifs à l'arrosage, à l'emplacement et aux besoins en lumière ont été particulièrement utiles pour améliorer l'entretien de ma plante. Ces observations sont détaillées dans l'Annexe de ce travail avec un compte-rendu de cette expérience.

Lors d'un de mes entretiens, j'ai pu discuter avec un utilisateur de l'application **PictureThis** et de nos observations respectives. Dans son cas, il a recommandé son utilisation à des membres de sa famille pour leur jardin. Depuis, il a observé une nette amélioration dans la gestion de leur entretien : «*Depuis que j'ai initié mes oncles et mes tantes qui ont à peu près deux hectares de terrain à l'application, ils archivent plus régulièrement leurs plantes*

et ont plus de facilité avec leur entretien. Ils ont également plus ce geste de laisser certaines mauvaises herbes pousser ce qui a grandement aidé à la biodiversité dans leur jardin. » - G.V.M. Cet exemple montre également l'impact de la technologie sur les pratiques de jardinage, transformant non seulement l'organisation de l'entretien mais aussi la manière dont les utilisateurs envisagent la gestion de la flore dans leurs espaces.

Pour autant, l'usage de ces applications ne se limite pas au jardinage amateur, elles se révèlent également essentielles pour les professionnels œuvrant en faveur de la biodiversité. Selon les projets, les spécialistes en botanique et en gestion des écosystèmes s'appuient sur ces outils pour concevoir des actions concrètes de conservation, d'entretien et de protection de notre environnement. Ces démarches s'appuient sur des analyses approfondies et des données de terrain collectées via ces technologies. «*Le suivi des espèces menacées permet de savoir si elles se portent bien, moins bien ou pareil. Si on n'a pas ces données de base qui nous permettent de savoir où, quoi, quand, pourquoi et bien on ne peut pas prendre de décisions. On ne pourrait donc pas faire de politique en faveur de la flore.* » - D.C

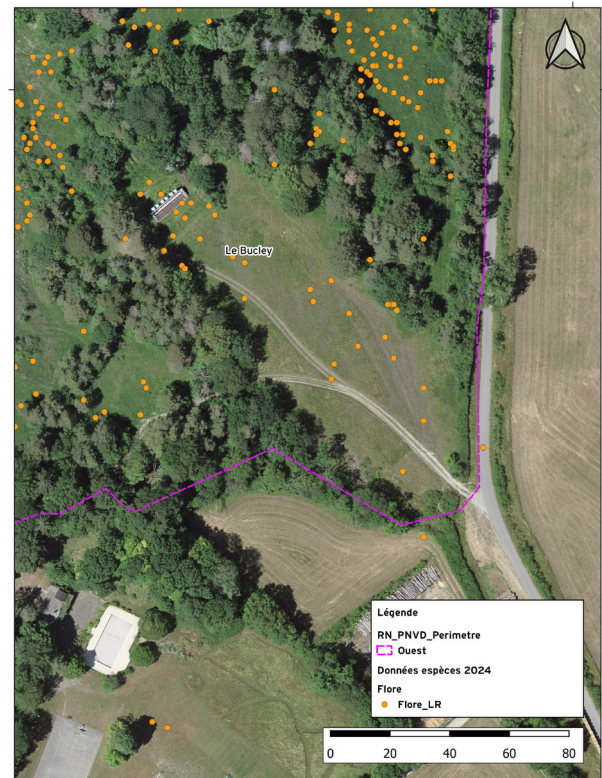
Les applications comme **FlorApp**, **WebFauna** ou le carnet en ligne de **FloraHelvetica** jouent un rôle fondamental dans la collecte de données lors des prospections sur le terrain. Elles permettent d'établir un état précis des richesses biologiques et de repérer la présence d'espèces menacées. Ces informations sont cruciales, notamment dans le cadre de projets de construction, pour intégrer des mesures adaptées de conservation et orienter les décisions en faveur de la biodiversité.

Par ailleurs, ces inventaires biologiques fournissent des informations essentielles sur les espèces locales et leurs habitats naturels. Des organisations comme Pro Natura utilisent ces données pour sensibiliser les autorités compétentes et élaborer, en fonction des analyses, des stratégies de préservation adaptées, pouvant aller jusqu'à la création de nouvelles réserves naturelles. À ce titre, plus de 800³⁴ réserves naturelles ont été répertoriées, permettant de placer 60 hectares supplémentaires sous protection à la fin de l'année 2023. Ces exemples témoignent de l'efficacité des stratégies modernes qui conjuguent outils numériques et intervention humaine. Cependant, si ces initiatives contribuent largement à protéger les espèces et leurs habitats, elles demeurent insuffisantes face à l'ampleur de la crise actuelle.



[fig41.] – Jardin familiale de G.V.M

2024 : "Le Bucley", Réserve naturelle n°32173
Localisation espèces Flore en Liste rouge



[fig42.] – 2024 : «Le Bucley» réserve naturelle n°32173 de S.M

4.2 Les bilans & enjeux

Malgré les avantages concrets qu'offrent ces applications d'identification à petite échelle, leur impact à une échelle plus vaste ne restent que trop peu perceptibles et montrent leurs limites lorsqu'il s'agit de s'attaquer aux problématiques globales concernant notre biodiversité. *«Même si on a des grandes réserves, comme des réserves de montagnes, le problème, comme chaque enjeu de société, c'est que ce à quoi il faut s'attaquer est gigantesque.»* - S.M

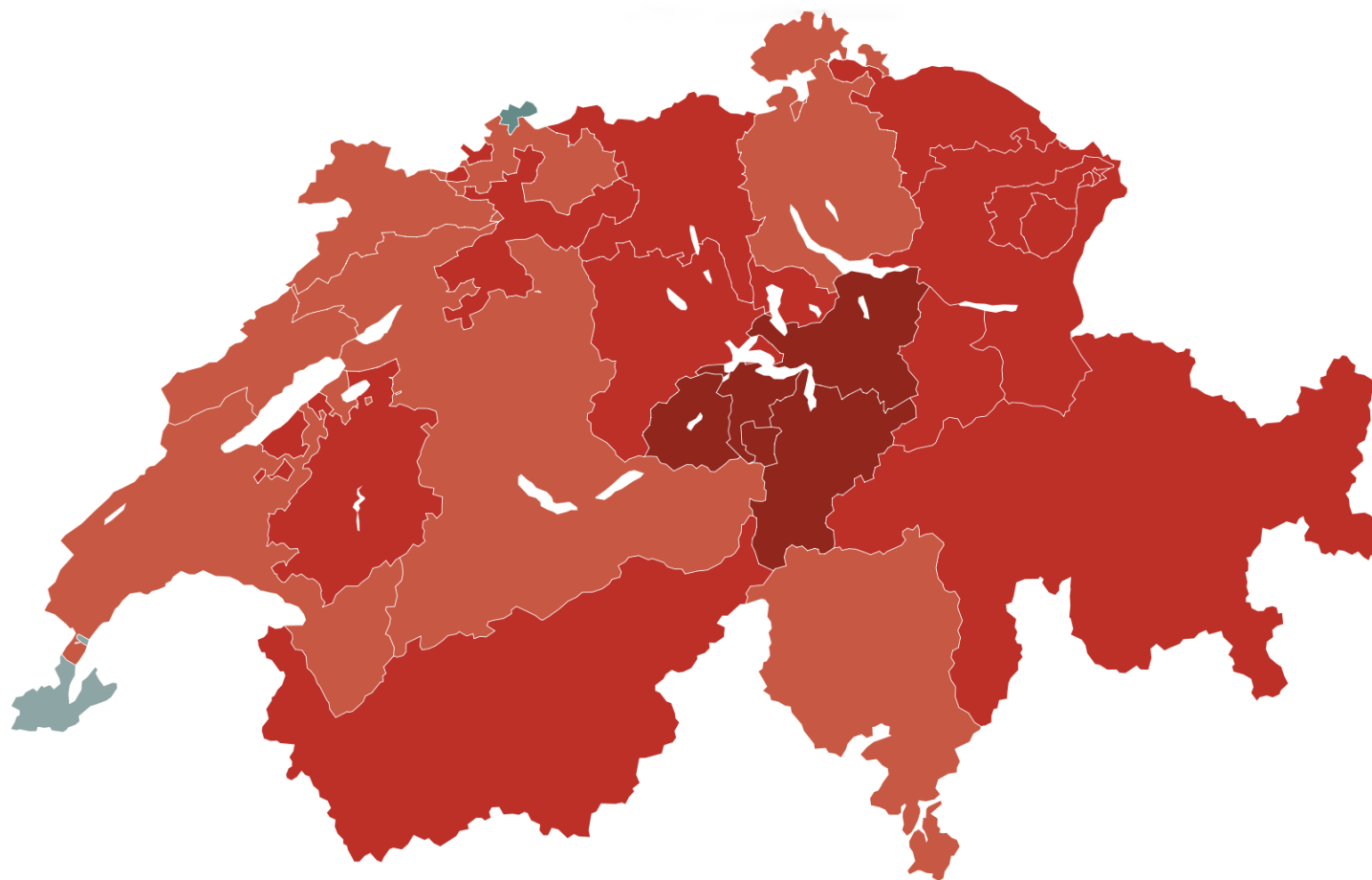
Les défis liés à la conservation de la biodiversité exigent des réponses globales et des engagements plus ambitieux de la part des pouvoirs publics. Il devient impératif d'affecter davantage de surfaces naturelles protégées et d'allouer des moyens financiers significatifs à la sauvegarde et à la restauration des écosystèmes. En Suisse, comme ailleurs dans le monde, la biodiversité continue de décliner à un rythme alarmant : près de la moitié des milieux naturels sont aujourd'hui menacés, tandis qu'un tiers des espèces animales et végétales sont en voie de disparition ou déjà éteintes³⁵. Cette situation est particulièrement préoccupante, car la disparition des espèces impacte directement les écosystèmes dont dépend la vie humaine.

Malgré certaines initiatives prometteuses, les autorités suisses, la communauté scientifique, l'OCDE³⁶ et l'AEE³⁷ reconnaissent que les mesures actuelles ne suffisent pas à freiner efficacement la destruction des habitats naturels et la perte d'espèces. En septembre 2024, la votation populaire *«Pour l'avenir de notre nature et de notre paysage»*³⁸ lancée par des organisations de protection de la nature et de l'environnement obligeant la Confédération et les cantons à protéger d'avantage la biodiversité, le paysage et le patrimoine bâti a été refusée à 63,04% par la population. Le Conseil fédéral répliquant que les demandes du texte auraient porté atteinte à d'autres intérêts comme la production énergétique, la sécurité alimentaire, le tourisme et le développement du pays rappelant qu'actuellement plus de 600millions de francs par an sont dépensés pour la biodiversité³⁹.

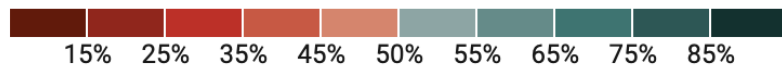
Ces initiatives récentes illustrent des divergences entre priorités écologiques, économiques et sociétales, soulignant la nécessité d'un équilibre entre développement et protection de l'environnement. Intégrer les avancées technologiques dans les stratégies de préservation est crucial pour promouvoir la biodiversité, essentielle à la survie de toutes les espèces, y compris la nôtre.



[fig43.] – Logo «OUI à la biodiversité»



Oui en %:



[fig44.] – Initiative pour la biodiversité, résultats définitifs 2024

CONCLUSION

«Aujourd'hui, notre connaissance de l'environnement s'affaiblit. Quand on connaît moins, on perçoit difficilement les pertes, les changements ou les atteintes qui surviennent. La biodiversité devient alors un concept quelque peu abstrait : nous souhaitons la protéger, mais manquons de repères concrets pour l'observer et la comprendre pleinement.»

- F.W

34.<https://www.pronatura.ch/fr/reserves-naturelles>

35.<https://www.swissinfo.ch/fre/politique-federale/initiative-sur-la-biodiversite-essentielle-pour-protéger-la-nature-ou-trop-extrême/83966778>

36.l'Organisation de coopération et de développement économiques

37.Agence européenne pour l'environnement

38.<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/biodiversite/dossiers/initiative-biodiversite.html>

39.<https://www.rts.ch/info/dossiers/2024/votations-federales-du-22-septembre/2024/minute-par-minute/la-reforme-de-la-lpp-et-l-initiative-sur-la-biodiversite-ont-ete-balayees-dans-les-urnes-28637681.html>

Pour conclure, il est étonnant de constater l'impact des avancées numériques et technologiques dans des domaines aussi essentiels que l'étude et la préservation de la biodiversité. Ces innovations simplifient des pratiques scientifiques autrefois complexes, les rendant accessibles à un public plus large et illustrent ainsi la manière dont la technologie peut enrichir notre compréhension de la nature. Les applications d'identification se présentent comme d'efficaces outils, réunissant des utilisateurs de différents milieux, qu'ils soient de simples curieux ou des professionnels du domaine.

Leur succès repose sur une idée simple mais révolutionnaire : convertir des actions quotidiennes, telles que photographier une fleur ou enregistrer une observation, en données scientifiques significatives. Grâce à ces contributions, elles nourrissent des bases de données collaboratives d'une envergure considérable, permettant d'élargir continuellement les connaissances sur les écosystèmes et leur dynamique. Cette approche, mêlant intelligence artificielle et engagement citoyen, est désormais un fondement essentiel de la gestion environnementale actuelle. En plus de leur fonction pratique, ces applications témoignent d'une évolution des mentalités, où la technologie ne se limite plus à simplifier des tâches, mais agit comme un moteur de sensibilisation et d'engagement collectif pour des causes majeures comme la biodiversité. Cette transformation ouvre des perspectives prometteuses pour la compréhension, la surveillance, et la préservation de notre patrimoine naturel, tout en favorisant un rapprochement essentiel entre science et société.

De manière personnelle, je tiens à souligner mon étonnement face à divers points tel que la quantité et la diversité des applications d'identification de la flore disponibles pour tout un chacun et chacune. Basée sur celles le plus fréquemment mentionnées durant mes entretiens, seule une petite partie d'entre-elles a donc pu être mentionnée dans cet écrit. Bien que ce ne fût pas le sujet principal, des applications dédiées à la reconnaissance de la faune, tel que **Merlin Bird ID** pour la reconnaissance de chants d'oiseaux, ont été évoquées naturellement lors de mes échanges prouvant un intérêt général sur la compréhension de notre biodiversité dans son ensemble.

De plus, je ne m'attendais pas à découvrir un tel engouement et intégration de ces nouveaux outils numériques dans leur quotidien au sein du public, qu'il soit amateur ou professionnel, ainsi que de l'importance majeure que représente la saisie d'informations de nos espèces locales grâce à ces dernières. L'immense quantité d'images présente dans les bases de données présentent dans ces applications illustre parfaitement cette participation collective.

Dès le départ, je m'attendais naturellement à ce que les résultats d'identification présentent une certaine marge d'erreur. Cependant, les témoignages recueillis au fil de mes recherches m'ont impressionnée par leur insistance sur l'efficacité de ces outils, malgré les limites qui subsistent encore. De plus, après avoir eu l'occasion de tester ces applications sur plusieurs mois dans le cadre de mon annexe, j'ai moi-même été agréablement surprise par leur rapidité et par la précision des résultats fournis. En revanche, il est surprenant de constater l'absence de bases de données aussi complètes et détaillées pour les champignons, un groupe qui pourrait pourtant bénéficier d'une telle attention compte tenu des enjeux liés à leur identification et leur grande étendue dans nos régions. D'autant plus qu'ils représentent un sujet qui m'intéresse de plus en plus, notamment pour leur vaste potentiel et leurs multiples utilisations.

En tant que novice en botanique, ce mémoire m'a permis d'entrevoir la richesse et la complexité de ce domaine. J'ai découvert que les applications d'identification végétale ne se limitent pas à de simples outils de jardinage, mais favorisent un apprentissage approfondi et jouent un rôle clé dans la préservation de la biodiversité. Elles facilitent le suivi des espèces menacées, sensibilisent le public, soutiennent la recherche scientifique et contribuent à la gestion des écosystèmes.

Cependant, leur impact environnemental, lié à leur forte consommation énergétique et matérielle, souligne une limite paradoxale face aux défis environnementaux actuels. Cela nous invite donc à réfléchir sur l'équilibre à trouver entre les bénéfices qu'elles apportent et leur impact écologique, pour les rendre encore plus durables et alignées avec les objectifs de préservation qu'elles soutiennent.

Sous un angle de designeuse, je cherche à tisser un lien entre les technologies et la nature pour enrichir mes projets, en intégrant ces deux dimensions souvent opposées. Consciente de l'empreinte écologique que peuvent laisser nos métiers créatifs, je souhaite explorer des alternatives respectueuses de l'environnement. Mon ambition est de trouver des moyens d'utiliser les outils numériques non pas comme une menace, mais comme un soutien à la préservation de la biodiversité et à la sensibilisation écologique. J'imagine des projets où la technologie devient un vecteur de connexion, capable d'inspirer un respect renouvelé pour la nature et de contribuer activement à sa protection. Je pense également collaborer ou échanger d'autant plus avec des professionnels du domaine pour en connaître encore plus sur mes différents axes de projets. Les entretiens que j'ai réalisés m'ont permis de prendre conscience que leur implication était plus que nécessaire pour obtenir des nouvelles informations et données que je n'aurais pu obtenir par moi-même.

Je souhaiterais initier un projet explorant l'interconnexion entre la perte de la faune et de la flore, en mettant en lumière les fleurs figurant sur la liste rouge et les insectes pollinisateurs, notamment les abeilles. Ces dernières communiquent avec leurs congénères en émettant des bourdonnements spécifiques qui indiquent la localisation de nouvelles fleurs à butiner. Mon idée serait de créer une application utilisant la réalité augmentée, qui mettrait en parallèle leur système de communication avec les nôtres. Cette application pourrait sensibiliser le public à l'importance des interactions entre pollinisateurs et plantes menacées, en montrant comment ces relations cruciales contribuent à l'équilibre des écosystèmes et à la survie de nombreuses espèces, tout en soulignant les conséquences potentielles de leur déclin sur notre biodiversité.

Ensuite, j'ai découvert que l'utilisation d'un microscope est essentielle pour identifier certaines espèces végétales en raison de la finesse des détails, révélant un univers interconnecté que je souhaite rendre plus visible. Ce monde microscopique peut inspirer des projets numériques innovants, comme le projet « *Visual depiction of a conceptual immersive environment enabling zooming in and out to explore the scales and motility of cyanobacteria* » d'un laboratoire immersif qui permet aux biodesigners d'observer et d'interagir avec des cyanobactéries, projetant leurs mouvements et échelles sur les murs pour sensibiliser à leur distribution et impact écologique. Une telle approche en réalité virtuelle offrirait une immersion totale et une exploration interactive de ces différentes échelles.

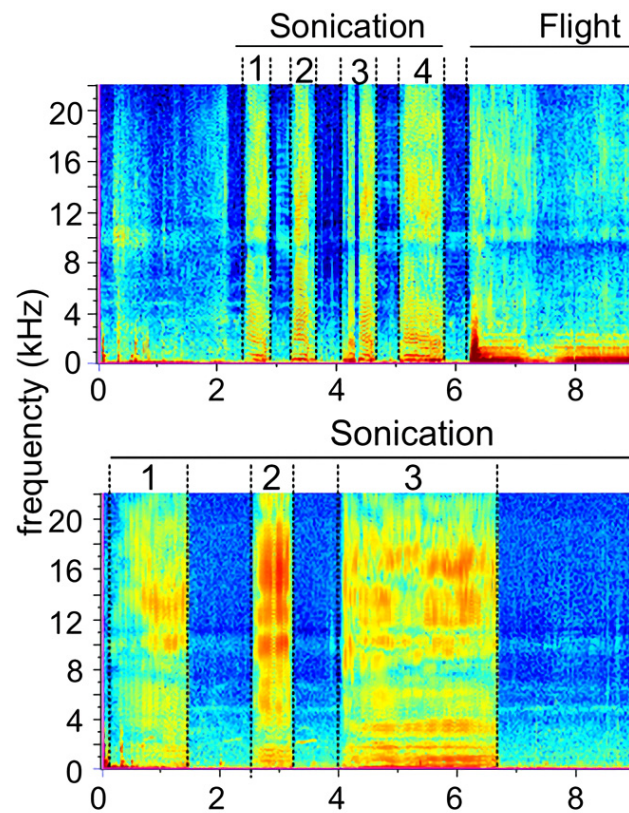
Par ailleurs, tout comme l'univers microscopique, l'étude des champignons me semble particulièrement pertinente lorsqu'il s'agit de croiser innovations numériques et préoccupations environnementales. Par exemple, des recherches récentes ont démontré l'utilisation du mycélium dans des robots biohybrides⁴⁰, capables d'interagir avec leur environnement grâce aux propriétés uniques des champignons. Inspirée par ces avancées, je souhaite adopter une approche spéculative visant à explorer le potentiel des champignons pour imaginer une création tangible, combinant organismes vivants et technologies numériques.

Pour terminer, le design joue un rôle fondamental dans la création d'instruments scientifiques et d'outils d'expérimentation pour l'apprentissage, en rendant des concepts complexes plus accessibles et engageants à travers différents axes. Par exemple pour mon premier projet, une application en réalité augmentée illustrant la flore en liste rouge et la méthode de communication des abeilles pourrait transformer une observation passive en une expérience immersive et stimulante, rendant ainsi actif le public tout en le sensibilisant sur l'importance des interactions entre ces deux espèces.

Ma deuxième proposition, centrée sur l'exploration du monde microscopique des végétaux, pourrait s'intégrer dans une démarche de design scientifique visant à illustrer et enrichir des publications dédiées à la vulgarisation ou à l'enseignement. Cela permettrait, comme mentionné précédemment, d'illustrer l'importance et la richesse de cet univers insoupçonné, en plongeant le public dans une esthétique à 360 offrant une gamme de visuels inattendus et désormais rendus visibles pour tous.

Comme le cite Jehanne Dautrey et Emmanuel Quinz dans leur livre *Strange design* publié en 2014 : « *un design spéculatif, réflexif, qui ne veut pas proposer des solutions, mais plutôt poser des questions, qui veut défier les affirmations rapides, les préjugés et lieux communs sur le rôle des produits dans la vie de tous les jours.* » Cette approche, qui va au-delà du fonctionnalisme pour questionner notre relation à la technologie, inspire mon dernier projet. Je souhaite proposer des alternatives issues de la combinaison entre le vivant et le numérique, invitant à réfléchir sur les choix technologiques et environnementaux.

En 2024, l'installation interactive « *Symbiosis*⁴¹ », imaginant une démocratie en 2050 où citoyens, IA et environnement collaborent, m'a permis de concrétiser cette démarche. Ce projet m'a profondément inspiré et motivé, renforçant mon désir de continuer à explorer cette approche.



[fig45.] – Spectrograms of different types of buzzing (sonication and flight)



[fig46.] – Visual depiction of a conceptual immersive environment enabling zooming in and out to explore the scales and motility of cyanobacteria.



[fig47.] – Biohybrid robots controlled by electrical impulses in mushrooms



[fig48.] – Installation interactive « SYMBIOSIS »

Biodiversité

Diversité des espèces vivantes (micro-organismes, végétaux, animaux) présentes dans un milieu

Bio-indicateur

Se réfère à tout organisme vivant reflétant les conditions spécifiques de son environnement.

Caractère morphologique

Traits distinctifs variant d'une plante à l'autre permettant de différencier deux plantes ou deux catégories de plantes.

Clé dichotomique ou taxonomique

Liste de caractères discriminants permettant l'identification rapide d'une espèce par un procédé de choix successifs de ces caractères.

Complexes d'espèces

Groupe d'organismes étroitement apparentés qui sont si semblables en apparence que les limites entre eux (permettant de les distinguer les uns des autres) sont souvent peu évidentes.

Écosystèmes

Ensemble d'être vivants qui vivent au sein d'un milieu ou d'un environnement spécifique et interagissent entre eux au sein de ce milieu et avec ce milieu

Inflorescence

Mode de groupement des fleurs sur une même plante et l'ensemble des fleurs ainsi groupées.

Liste rouge

Rapports d'expertise scientifiques qui dressent le bilan du degré de menace pesant sur les espèces indigènes

Morcellement

Action de morceler; de diviser quelque chose en plusieurs parties

Néophyte

Quelqu'un de totalement nouveau dans un domaine

Nomenclature

Méthode permettant de nommer scientifiquement les plantes sauvages et d'attribuer un nom précis, valable et internationalement reconnu à chaque espèce.

Plantes vasculaires

Plantes dotées de vaisseaux permettant la circulation de l'eau et de la sève

40. <https://www.nationalgeographic.fr/sciences/robotique-recherche-developpement-ces-champignons-sont-utilises-pour-fabriquer-les-robots-du-futur-durable-biorobot>

41. https://www.instagram.com/p/DAk_3lflg-dl/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRlOD-BiNWFiZA==

LIVRE

BERTRAND, Romain. Le détail du monde, L'art perdu de la description de la nature. France : Gradhiva, 2019.

IBNELKAÏD, Samira, LICOPPE, Christian, MONDADA, Lorenza, VEYRIER, Clair-Antoine. La découverte, 2016

BRICE, Françoise. Les Mots de la botanique. Arles : Actes Sud. 2011.

MAROUF, Abderrazak, REYNAUD, Joël. La botanique de A à Z. Paris : Dunod, 2007.

METAILIE, Jean-Paul, BERTRAND, Georges. Les mots de l'environnement. Toulouse : Presse Universitaire du Mirail, 2006.

MORIZOT, Baptiste. Sur la piste animale. Paris : Éditions Actes Sud Nature, 2018.

NIKOLOV, Hristo. Dictionary of Plant Names in Latin, German, English and French. Berlin : J.Cramer, 1996.

NOVA, Nicolas. Smartphones : Une enquête anthropologique. Genève : MétisPresses, 2020

QUINZ, Emanuele, DAUTREY, Jehanne, Strange Design. Du design des objets au design des comportements Villeurbanne : it : éditions, 2014

SITE WEB

BOSE, Lise. Identifier les plantes plus précisément grâce à une nouvelle app [en ligne]. <https://www.wsl.ch/fr/news/identifier-les-plantes-plus-precisement-grace-a-une-nouvelle-app/#:~:text=Avec%20l'application%20FlorApp%20d,outil%20de%20reconnaissance%20d'images> (consulté le 25.09.2024)

CONFEDERATION SUISSE. État & Monitoring: Listes rouges [en ligne]. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/biodiversite/info-specialistes/etat-de-la-biodiversite-en-suisse/listes-rouges.html> (consulté le 24.09.2024)

DIVORNE, Jean. Champignons dangereux [en ligne]. <https://www.sac-cas.ch/fr/les-alpes/champignons-dangereux-10271/#:~:text=La%20Fausse%20Oronge%20> (consulté le 16.10.2024)

HAZARD, L, GRAVOULET, J, GOMES, E. Identifications de champignons par applications sur smartphone: le visuel ne suffit pas! [en ligne]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352007823001944> (consulté le 17.10.2024).

INFOFLORA. Carnet en ligne: Outil de communication et validation des données [en ligne]. https://docs.infoflora.ch/fr/Carnet_en_ligne/Guide_valideur/Outil_de_communication_et_validation_des_donnees.html (consulté le 20.10.2024)

INFOFLORA. Participer: Mes observations [en ligne]. <https://www.infoflora.ch/fr/participer/mes-observations.html#apps> (consulté le 05.10.2024)

PARLEMENT EUROPEEN. Biodiversité: Perte de la biodiversité: quelles sont les causes et les conséquences? [en ligne]. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200109STO69929/perde-la-biodiversite-queles-en-sont-les-causes-et-les-consequences> (consulté le 20.09.2024)

PELLOUX, Emilie. Sciences participatives: quelles applications choisir pour protéger l'environnement? [en ligne]. <https://www.linodurable.fr/technomedias/sciences-participatives-queles-applications-pour-protger-lenvironnement-30765> (consulté le 22.09.2024)

PL@NTNET. Recherche: Vos données pl@ntNet intégrées au GBIF [en ligne]. <https://plantnet.org/2020/08/06/vos-donnees-plntnet-integrees-gbif/> (consulté le 20.09.2024)

PL@NTNET. Recherche: GeoPl@ntNet, un nouveau service pour découvrir les espèces qui vous entourent [en ligne]. <https://plantnet.org/2022/10/13/geoplntnet-un-nouveau-service-pour-decouvrir-les-especes-qui-vous-entourent/> (consulté le 20.09.2024)

RAOUT, Christine. Applications de reconnaissances des plantes: sont-elles vraiment fiables? [en ligne]. <https://www.ouest-france.fr/le-mag/jardin/applications-de-reconnaissance-des-plantes-sont-elles-vraiment-fiables-decouvrez-notre-selection-dbb3c924-08ef-11ed-89ed-8a6a27ce43cc#:~:text=Elle%20permet%20la%20reconnaissance%20des,des%20espèces%20propres%20au%20territoire> (consulté le 05.08.2024)

RTS. Votations fédérales du 22 septembre: La réforme de la LPP et l'initiative sur la biodiversité ont été balayées dans les urnes [en ligne]. <https://www.rts.ch/info/dossiers/2024/votations-federales-du-22-septembre/2024/minute-par-minute/la-reforme-de-la-lpp-et-l-initiative-sur-la-biodiversite-ont-ete-balaye-es-dans-les-urnes-28637681.html> (consulté le 29.10.2024)

SERRANO, Jody, GIZMOD. Don't use AI to identify mushroom or you might die [en ligne]. <https://qz.com/ai-mushroom-id-dangerous-1851364485> (consulté le 16.10.2024).

TOUS SCIENTIFIQUE. Comprendre: Sciences citoyennes en Suisse [en ligne]. <https://www.schweizforsch.ch/fr/comprendre/sciences-citoyennes-national-et-international> (consulté le 26.09.2024)

[fig.1] Dessin d'observation de mes trois graines d'haricots, Sarah Meylan, Scan de dessin

[fig.2] Graphique des résultats de la germination 2010, Sarah Meylan, Scan de dessin

[fig.3] Perte de la biodiversité dans le monde en 2019, ©AFP Simon Malfatto, Sabrina Blanchard, statistique, <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/journal-de-8-h/biodiversite-scientifiques-et-diplomates-se-retrouvent-a-paris-1400330>

[fig.4] Morphologie d'une plante, le haricot (*Phaseolus vulgaris*), Encyclopædia Universalis France, schéma, <https://www.universalis.fr/media/morphologie-dune-plante-de161088/>

[fig.5] Création de clés de détermination, schéma illustratif, infoflora.ch

[fig.6.] Caractérisation des feuilles d'après leur marge, scan de livre, la botanique de A à Z

[fig.7.] Clé multi-critères mode simple, Capture d'écran, FloraHelvetica

[fig.8.] Conseils pour la photo, Capture d'écran, Floralncognita

[fig.9.] Flux, réglages Flores Pl@ntNet, Pl@ntNet, Capture d'écran

[fig.10.] Fiche technique Pl@ntNet

[fig.11.] Identification d'une espèce, Sarah Meylan, Capture d'écran

[fig.12.] Part des espèces selon les catégories de menace en Suisse, Espèces et milieux menacés en Suisse © OFEV/InfoSpecies 2023, UZ-2305-F_RL_Synthese.pdf

[fig.13.] En Suisse, il ne subsiste plus qu'une seule population de Saxifrage bouc (*Saxifraga hirculus*)

[fig.14.] Carte de distribution de *Saxifrage bouc* (*Saxifraga hirculus*), Cartographie, <https://atlas.infoflora.ch>

[fig.15.] Planche botanique - Graminées (*Danthonia*, *Cynosurus*), Gaston Bonnier, Illustration, 1914, <https://picclick.fr>

[fig.16.] *Coupe transversale mince de bois homoxylé (Pinus sp.)*, Photographie microscope, Université de Grenoble 1 - S.Aubert, 2008, Les mots de la botanique

[fig.17.] Propositions de différentes espèces Pl@ntNet, Capture d'écran,

[fig18.] Autres propositions d'espèces Pl@ntNetCapture d'écran, Pl@ntNet

[fig19.] Sparassis Crépu (Sparassis Crispa), Photographie, <https://nantes-naturopathe.fr/solution-sparassis-crepu/>

[fig20.] Sparassis lamelleux (Sparassis Brevipes), Photographie, <https://amaix.e-monsite.com/album/champignons/sparassis-brevipes-1.html>

[fig21.] Editer l'observation Pissenlit des marais (Taraxacum palustre aggr.), Capture d'écran, FlorApp

[fig22.] Observations Pissenlit des marais (Taraxacum palustre aggr.), Capture d'écran, FlorApp

[fig23.] Carnet en ligne Info Flora, Inventaire, InfoFlora

[fig24.] Carte de distribution du Pissenlit des marais (Taraxacum palustre), Cartographie, Info Flora

[fig25.] Attention toxicité Picture This, Capture d'écran, PictureThis

[fig26.] Infos toxicité Picture This

[fig27.] Identification Ail des ours (Allium ursinum L.) Pl@ntNet, Capture d'écran, Pl@ntNet

[fig28.] Identification Colchique d'automne (Colchicum autumnale L.) Pl@ntNet, Capture d'écran, Pl@ntNet

[fig29.] Identification Ail des ours (Allium ursinum L.) Flora Incognita, Capture d'écran, Flora Incognita

[fig30.] Identification Colchique d'automne (Colchicum autumnale L.) Flora Incognita, Capture d'écran, Flora Incognita

[fig31.] Suggestion d'identification sur Discord, Capture d'écran, PlantCord, Discord

[fig32.] Suggestion d'identification sur iNaturalist, Capture d'écran, iNaturalist

[fig33.] Aide à l'identification sur iNaturalist, Capture d'écran, iNaturalist

[fig34.] Correction d'identification sur iNaturalist, Capture d'écran, iNaturalist

[fig35.] Précision d'identification sur iNaturalist, Capture d'écran, iNaturalist

[fig36.] Fiche technique sur Etoile jaune velue (Gagea villosa) FloraHelvetica, Capture d'écran, FloraHelvetica

[fig37.] Informations détaillées sur Etoile jaune velue (Gagea villosa) FloraHelvetica, Capture d'écran

[fig38.] Informations détaillées sur Achillée herbe trouée (Achillea) PictureThis, Capture d'écran

[fig39.] Poème sur Achillée herbe trouée (Achillea) PictureThis, Capture d'écran

[fig40.] Usage de la réalité augmentée à l'école pour apprendre sur la biodiversité, Eddy Mottaz Le Temps, <https://www.letemps.ch/sciences/la-realite-augmentee-a-l-ecole-pour-apprendre-la-biodiversite>

[fig41.] Jardin familiale, G.V.M, Photographie

[fig42.] 2024: «Le Bucley». réserve naturelle n°32173, S.M, Cartographie

[fig43.] Logo «OUI à la biodiversité», Logo, <https://www.initiative-biodiversite.ch/loges-et-signature/>

[fig44.] Initiative pour la biodiversité, résultats définitifs 2024, Carte: RTSinfoSource: opendata.swiss <https://www.rts.ch/info/suisse/2024/article/retraites-biodiversite-les-resultats-des-votations-commune-par-commune-28633445.html>

[fig45.] Spectrograms of different types of buzzing (sonication and flight), Alison Pereira Ribeiro, Nádia Félix Felipe Da Silva, Fernanda Mesquita, José Mesquita-Neto, PLOS Computational Biology, Spectrogramme, https://www.researchgate.net/figure/Spectrograms-of-different-types-of-buzzing-sonication-and-flight-for-two-visiting-bees_fig2_354642674

[fig46.] Visual depiction of a conceptual immersive environment enabling zooming in and out to explore the scales and motility of cyanobacteria, Jiho Kim, Raphael Kim, Joana Martins, Elvin Karana Photographie, https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/210958713/Becoming_microbes_An_approach_to_cultivating_microbial_sensibili.pdf

[fig47.] Biohybrid robots controlled by electrical impulses in mushrooms, By David Nutt, Cornell Chronicle, Photographie, <https://news.cornell.edu/stories/2024/08/biohybrid-robots-controlled-electrical-impulses-mushrooms>

[fig48.] Installation interactive « Symbiosis », Vytautas Jankauskas, Naomi Blidariu, Basile Brun, Sarah Meylan, Enzo Seurre, Lauren Thiel, Photographie

Colophon

Sarah Meylan

Mémoire de Master

Média Design - 2ème année

Achevé d'imprimer: le 28 novembre 2024 à la HEAD-Genève

Format: 120x170mm

Typographies: Ortica Linear, Suisse BP Int'l

Papier couverture: SILVER GREY - 250g/m2

Papier intérieur: RECYSTAR NATURE - 100g/m2 et SILVER GREY - 250g/m2

Logiciels: InDesign (mise en page), ChatGPT (reformulations), Scribens (reformulations)

