

Botanique numérique et participative

Daniel Barthélémy & Pierre Bonnet

02 Oct. 2019

“Sciences participatives pour la forêt”

Séance hebdomadaire de l'Académie d'Agriculture

18, rue de Bellechasse, PARIS

Introduction

Les **difficultés d'identification des plantes** sont un frein à de nombreuses activités de développement et de recherche.

L'usage des plantes (agriculture, médecine, construction, énergie, cosmétique, etc.) nécessite l'identification correcte au niveau de l'espèce.

Or les outils d'identification sont parfois limités, car :

- ils ne couvrent pas toutes les espèces d'un territoire,
- ils nécessitent une formation approfondie en botanique,
- ils sont parfois rares ou chers (dans le cas de flores papiers)



Le verrou taxonomique

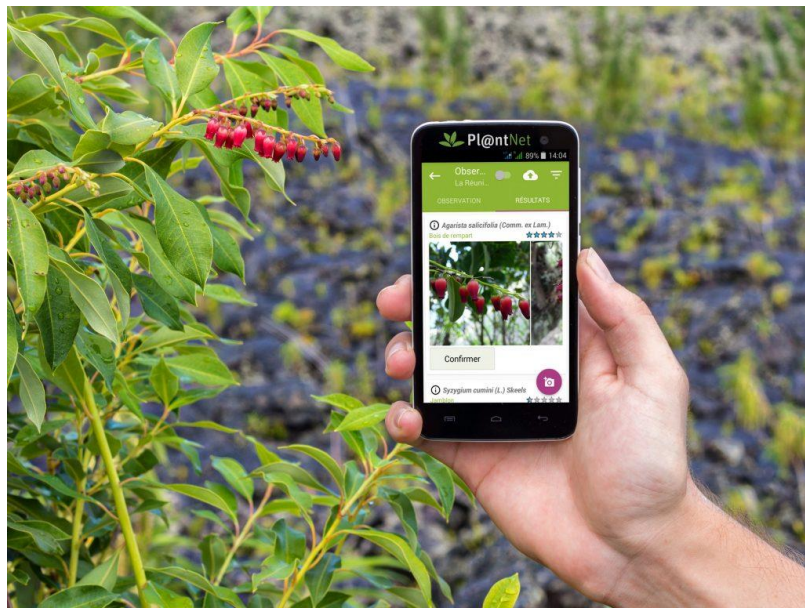


Il y a approximativement **400,000**
espèces de plantes sur terre !! Toutes
les identifier est très, très, très difficile.

Notre approche

Solutions expérimentées par Pl@ntNet :

- Données multimédias,
- Production et révision de données collaboratives,
- Approches automatisées de reconnaissance visuelle



Historique

2009-2014



Pl@ntNet projet étendard agropolisfondation

R&D transdisciplinaire (Cirad, Inra, Inria, Ird)

2015-2018



Floris'Tic: PIA supporté par ANRU

Promotion de la culture scientifique

Tela, Inria, Cirad, Inra, Ird, Agropolis (CNRS, UM)

2019



Consortium autonome incubé par InriaSoft

Consortium ouvert aux organismes, fondations, associations, entreprises



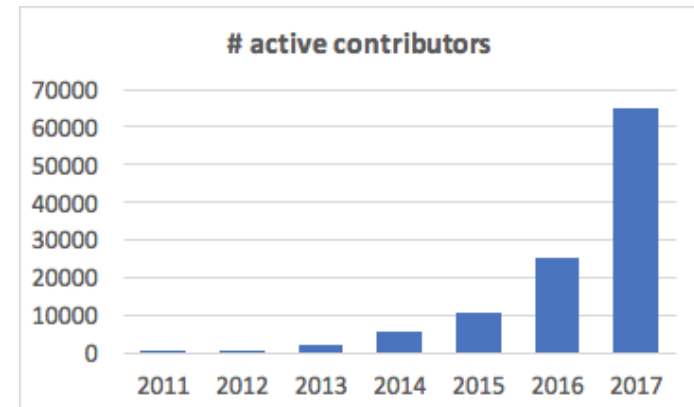
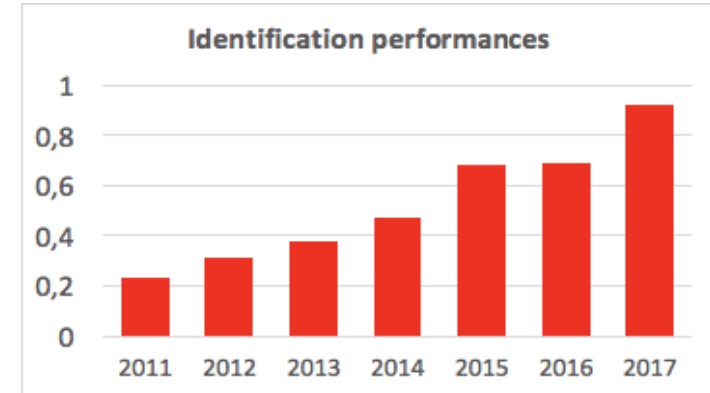
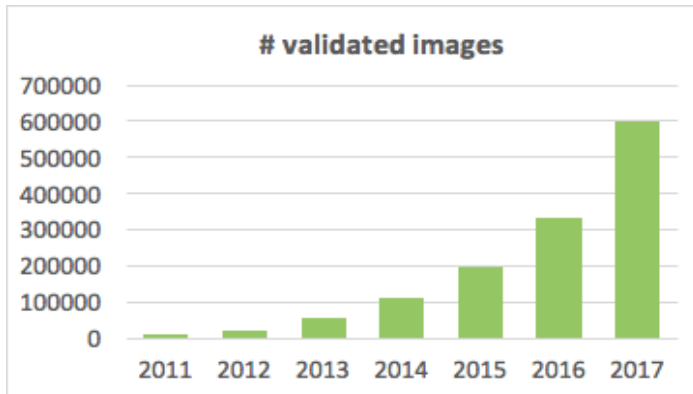
Développer une approche innovante pour lever **le verrou de l'identification des plantes**, à travers une **plateforme** s'appuyant sur des approches de **sciences citoyennes**, des **technologies mobiles** et d'apprentissage par ordinateur.



Goëau, H., Joly, A., Selmi, S., Bonnet, & al., 2011. **Visual-based plant species identification from crowdsourced data.** Proceedings of ACM conf. (pp. 813-814).

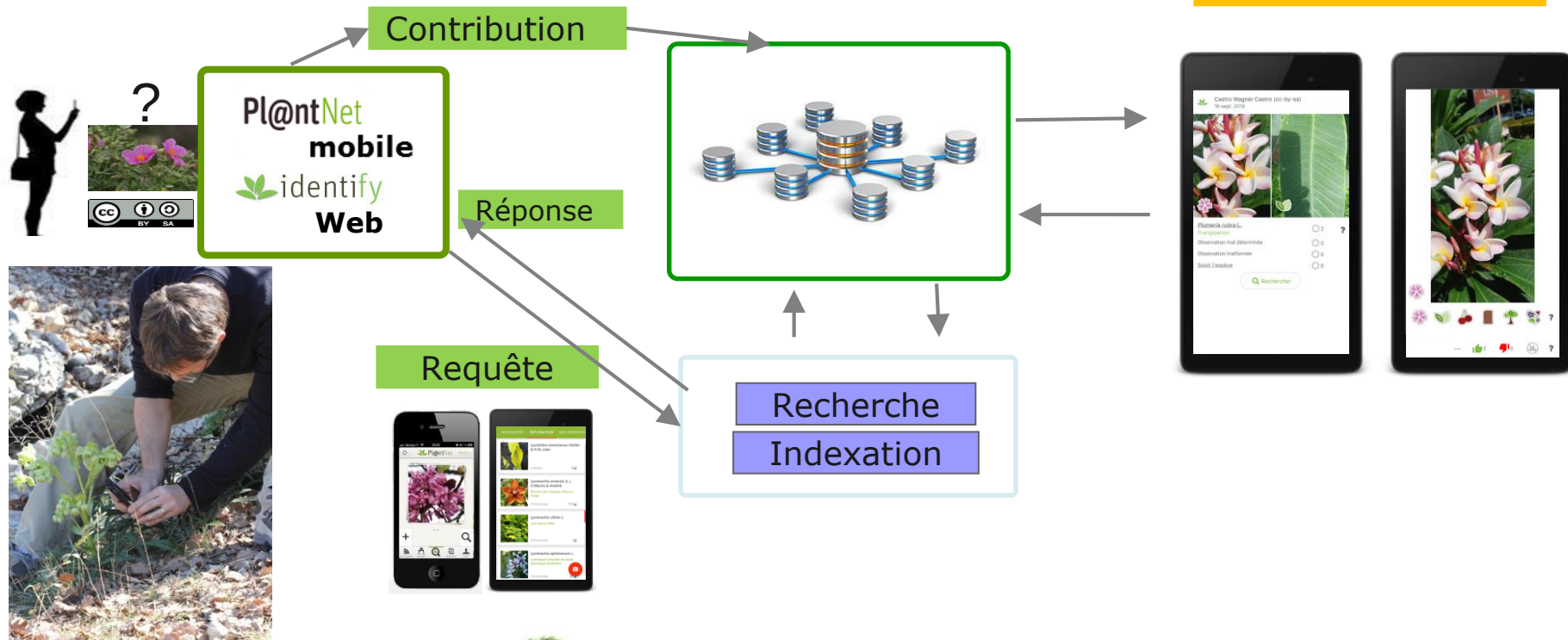
Un cercle vertueux d'enrichissement de données

Plus de 100M d'obs. collectées



Joly, A., Bonnet, P., Goëau, H., Barbe, J., Selmi, S., Champ, J., ... & Boujemaa, N. (2016). **A look inside the pl@ntnet experience.** *Multimedia Systems*, 22(6), 751-766.

Validation et Enrichissement Collaboratif



WEB

<https://identify.plantnet.org>

identify.plantnet.org/explo/the-plant-list/

Pl@ntNet Flore mondiale 17925 espèces 1848217 images

Identifier Explorer Contributions Pierre Bonnet

Famille Genre **Espèces**

Ophrys





Ophrys apifera Huds.
Orchidaceae
Ophrys abeille
1368 



Ophrys bertolonii Moretti
Orchidaceae
Ophrys de Bertoloni
188 



Ophrys bombyliflora Link
Orchidaceae
Ophrys Bombyx
134 



Ophrys fuciflora (F.W.Schmidt) Moench
Orchidaceae
Ophrys boundon
334 

MOBILE

<https://plantnet.org/>

LEWA in KENYA

susan brown (cc-by-sa)
28 sept. 2019



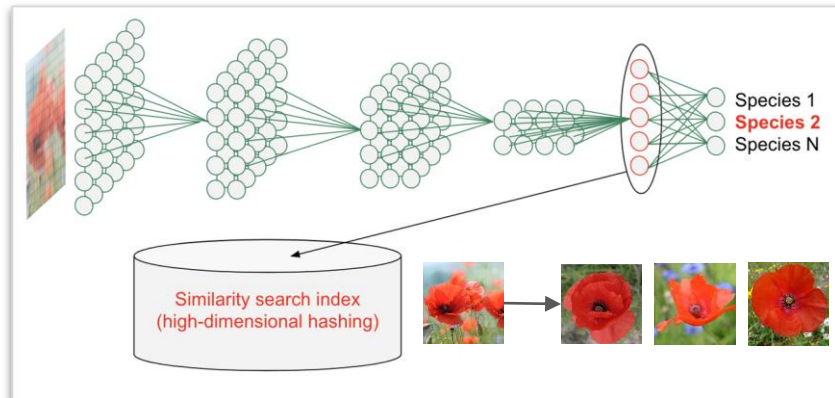
Faidherbia albida (Deliile) A. Chev.
Arbre blanc Fabaceae

DETAILS VALIDER

susan brown (cc-by-sa)
28 sept. 2019



Système d'identification de plantes
basé sur du Deep Learning depuis 2015



12 millions téléchargements
150K ut. par jour
20 langues
24K espèces de plantes
28M observations en 2018
29 flores



100 millions images
16 Tb données
10 serveurs
40 utilisateurs de l'API



4 chercheurs
3 ingénieurs
3 doctorants
2 post-doctorants



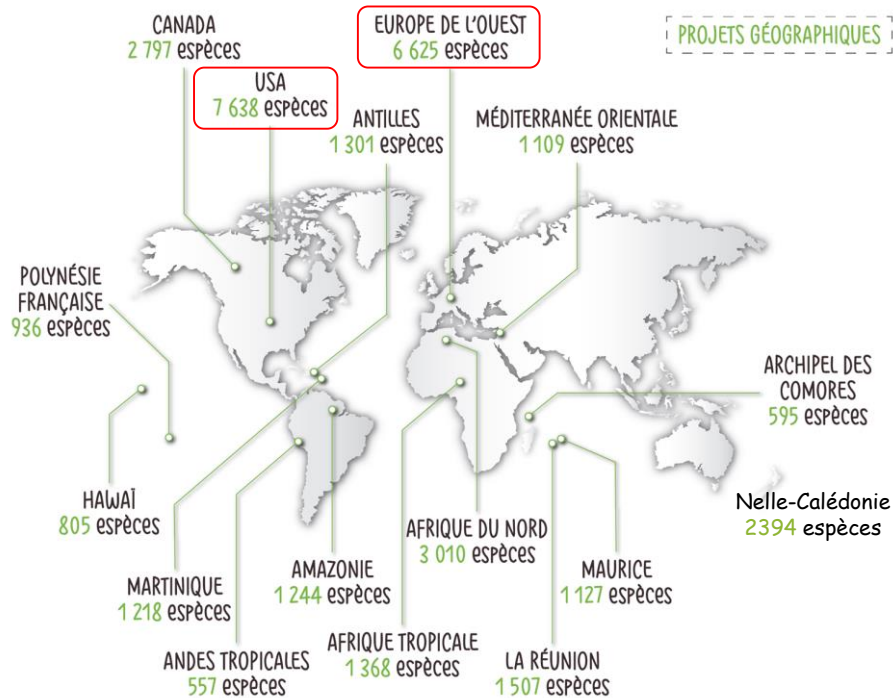
11 projets thématiques

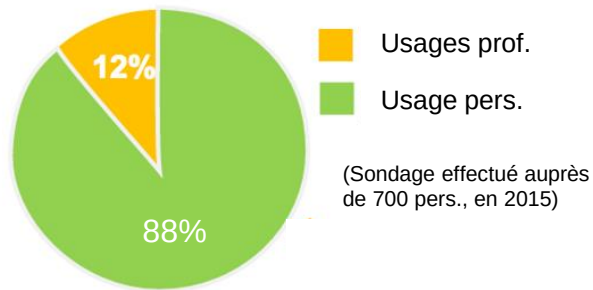
Adventices des cultures, Plantes d'intérêt **agronomique et ornementale** (GRIN), Plantes **envahissantes** (CABI), Plantes utiles d'Afrique (Prota), Plantes utiles d'Asie (Prosea), etc.

18 projets géographiques

Possible à travers un vaste réseau de partenaires, nationaux et internationaux :

Univ. Mass. (USA), TEC (Costa-Rica), Los Andes (Bolivie), Univ. Bobo-Dioulasso (Burkina F.), Univ. Nat. Maurice (Maurice), Herbiers (Comores, Guyane, NC, etc.), Réseau CLEF, Jardins Bot. (Suisse, Singapour), Asso. Educ. Env. (iScanTree, Endémia, ..)





Nouveau mode de calcul des notes sur Google Play ?

4,568 ★

Nombre total de notes

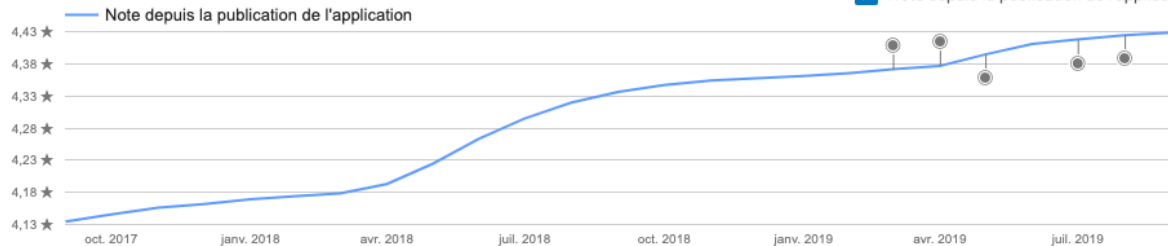
67 815

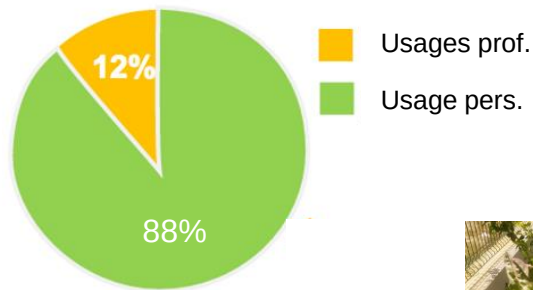
Notes avec avis

30 571



☒ Note depuis la publication de l'application





Usage personnel (88%)



Plantes d'intérieur



Jardinage



Randonnée, Trecks



Phytothérapie, plantes comestibles



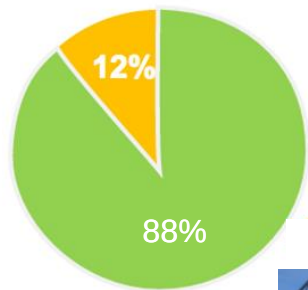
Fun, délirant





Pl@ntNet

Usage de l'appli mobile



Usages prof.

Usage pers.

Usage professionnels (12%)



Agriculture
(4,8%)



Education &
Animation (3.2%)

Autres usages (4%)
(Commerce, Tourisme,
Gestion, etc.)

Une plateforme pour la Formation

L'expérience de ŽIVICA

- . Ass. d'éducation à l'environnement slovaque
- . Traduction de l'app. en tchèque et slovaque,
 - . Travail avec près de 50 écoles (2 ans),
- . Coll. d'un enseignant référents et 3 élèves relais par école,
 - . Découverte du patrimoine historique et naturel local



 **PI@ntNet**
hľadačka

 **OBŤAŽNOSŤ HĽADAČKY:**
fyzicky stredne náročná, odporúčaná pre deti v sprievode rodičov

DĹŽKA HĽADAČKY:
celý vikend

KDE?
okolité obce mesta Levice, asfaltový a trávnatý povrch

SEZÓNNOSŤ:
hľadačka je prístupná celoročne

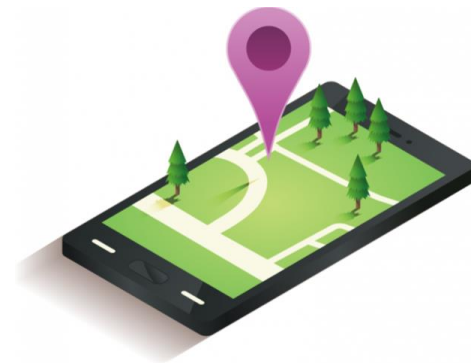
VYBAVENIE NA CESTU:
papier, ceruzka (pero), bezplatná aplikácia PI@ntNet na rozpoznávanie rastlín stiahnuť v mobil (aplikáciu si môžete stiahnuť na www.tajnyzivymesta.sk alebo cez Google Play či App Store)

ZAČIATOK HĽADAČKY:
vstupná brána v parku v Jure nad Hronom, pohľad na Dina

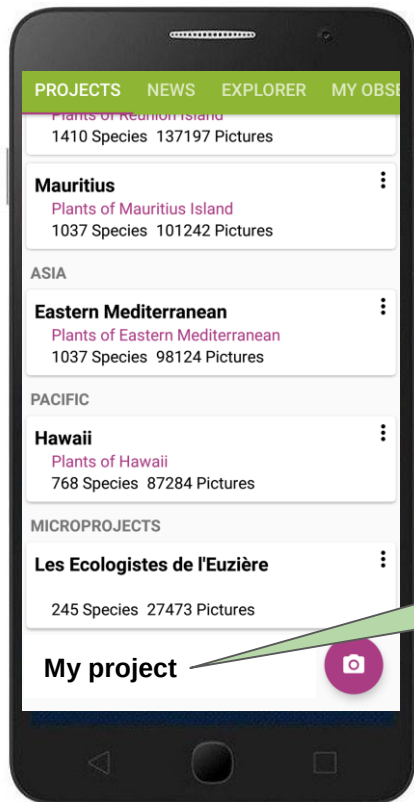


Contextualisation de la plateforme

Mon Micro-projet Pl@ntNet



Comment ça marche ?



1. **Micro-projet**: un projet dédié à une petite région, ou une flore dédiée
2. Une fois sélectionnées, toutes les vues sont **contextualisées**



Contextualisation de la plateforme

Mon Micro-projet PI@ntNet

Actuellement 5 micro-projets, plusieurs autres en discussion

(J. Bot., Parcs

s de recherche, etc.)



iScanTree



ec Ecologistes de l'Euzière

Wild salads

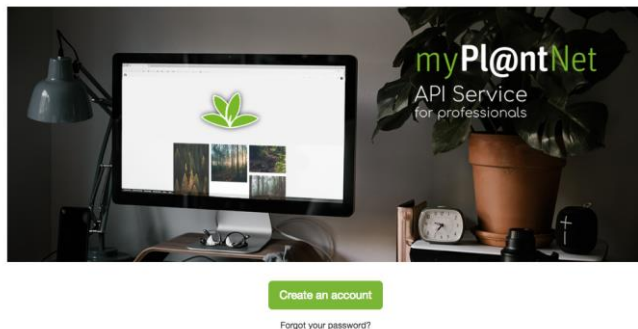


Contextualisation de la plateforme



Pl@ntNet API

- Une API **sécurisée** par **clés individuelles**, pour fournir un accès pragmatique aux services Pl@ntNet
- Suivi la consommation -> 3 contrats finalisés (Allemagne, Angleterre, France), d'autres en cours de formalisation
- 40 beta-testers : BiodivGo, Natural Solutions, Garden-answers, MicroMacro ; Gdes Entreprises, Universités (Univ. Savoie, Haute Ecol. Suisse, Univ. du Lux., MNHN), acteurs publics (Orléans Métropole, Parc des Ecrins), associations (TLB), projets étudiants (EpiTech), etc.



Recherches à la frontière entre sciences des données et des plantes



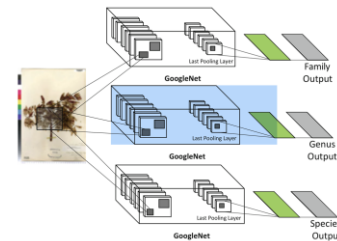
Plant species monitoring



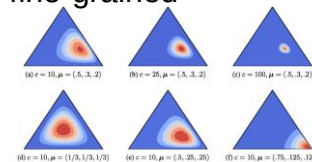
Large scale species recognition



Herbarium Classification



Uncertainty issues in fine-grained image classification



Visual plant diseases analysis



Autonomous robot for weed removal



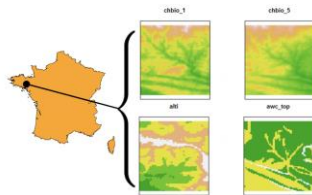
Collaborative data validation
(Bayesian Active Training Approach)



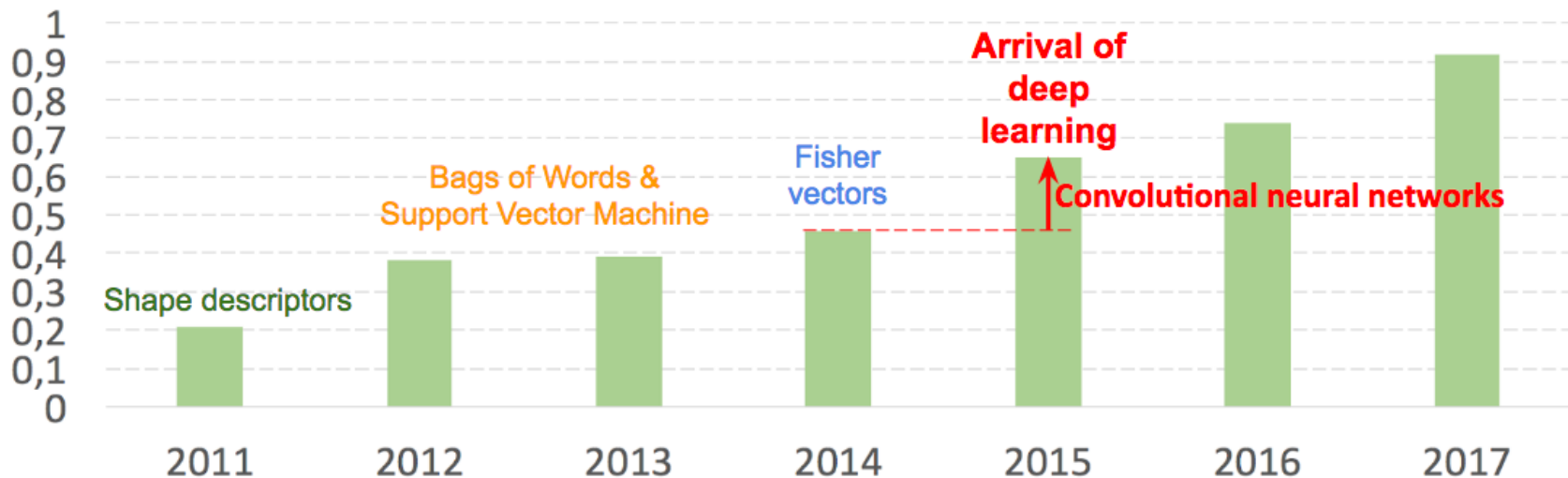
Citi. Sc. tools & methods



Plant Species distrib. model.

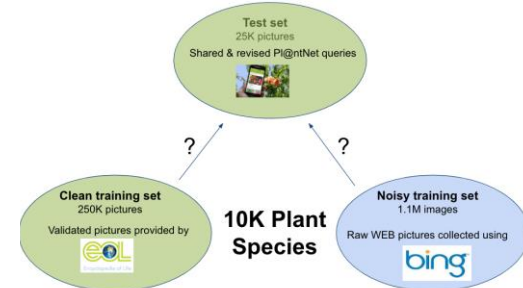
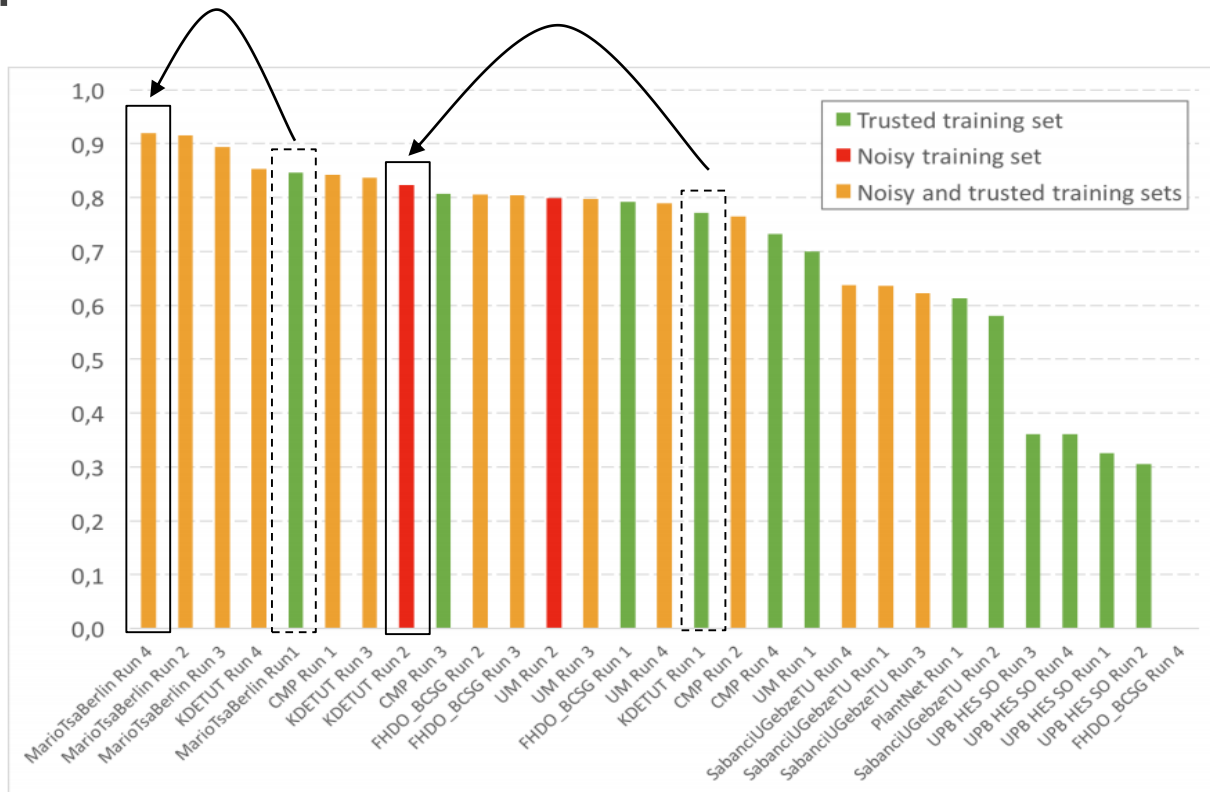


	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Espèces	71	126	250	500	1,000	1,000	10,000
Images	5,400	11,500	26,077	60,962	113,205	121,205	1.2 M
Nb. of particip.	8	11	12	22	15	16	17
Best perf.	0,209	0,38	0,393	0,456	0,652	0,742	0,92 !



Le potentiel des données bruitées

PlantCLEF 2017



Une amélioration significative !

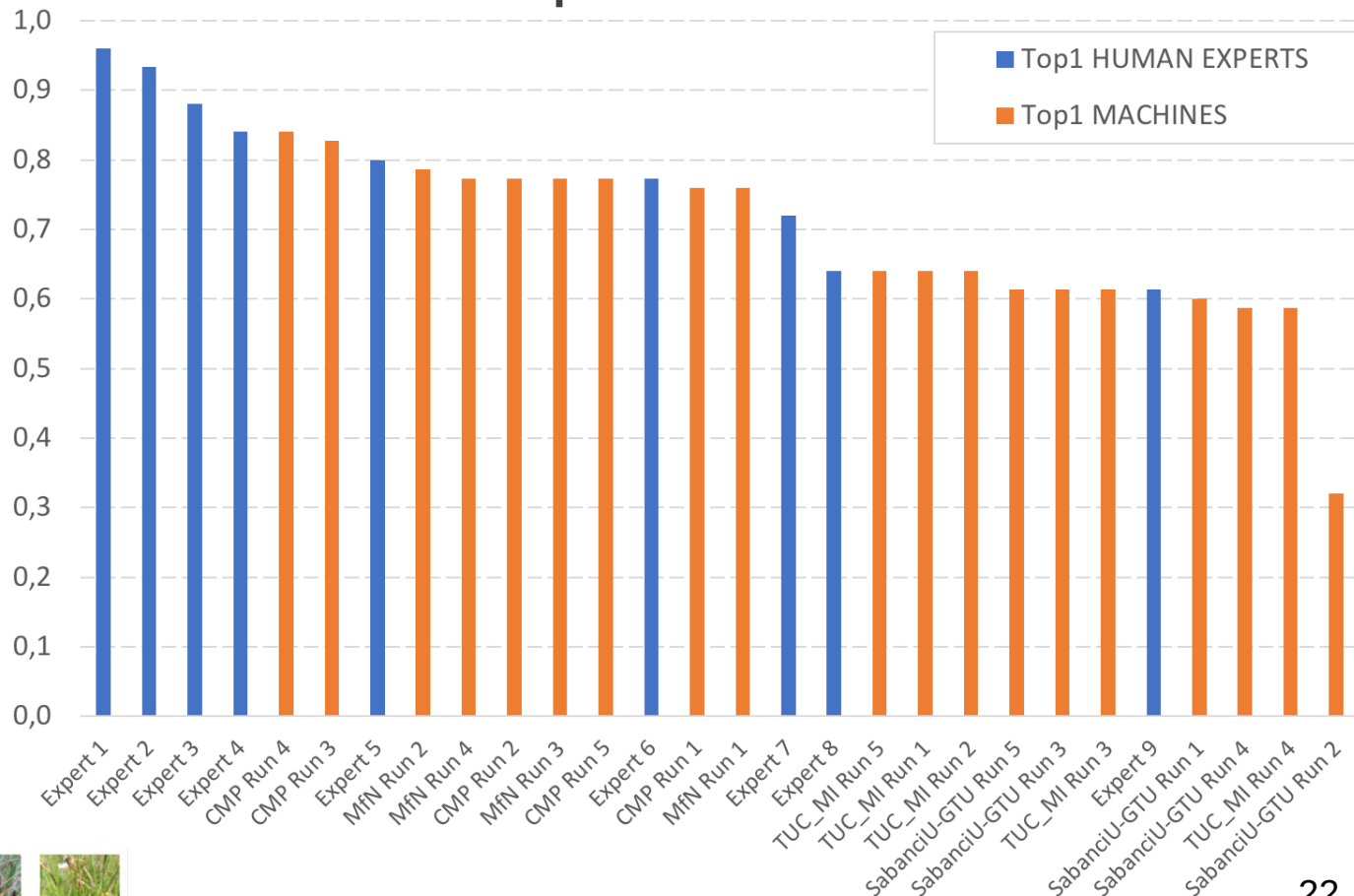
Joly, A., Goëau, H., Glotin, H., Spampinato, C., Bonnet, P., Vellinga, W. P., ... & Müller, H. (2017). **LifeCLEF 2017 Lab Overview: multimedia species identification challenges**. In *International Conference of the Cross-Language Evaluation Forum for European Languages* (pp. 255-274). Springer, Cham.

Positionnement vis à vis de l'expertise humaine

PlantCLEF 2018



80 observations
difficiles à identifier

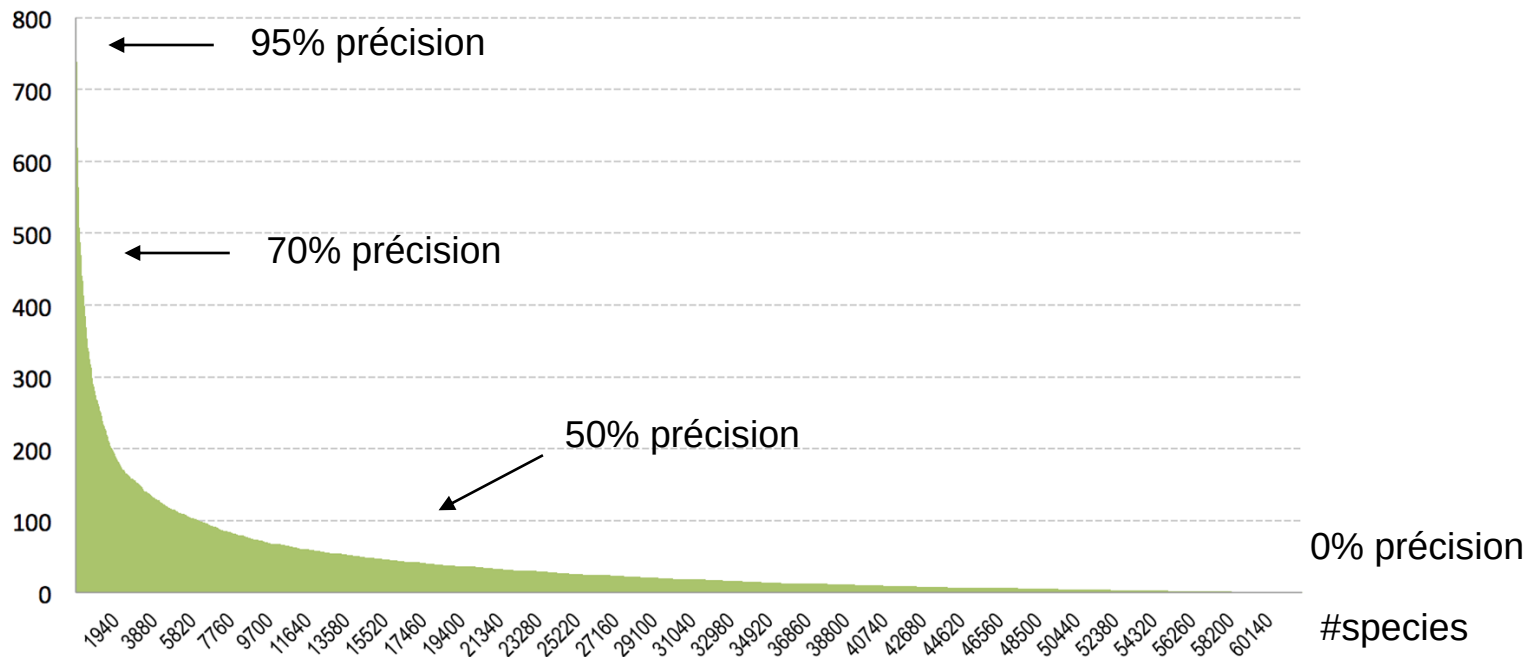


Carex distans
L.



Problème résolu ? Pas vraiment ...

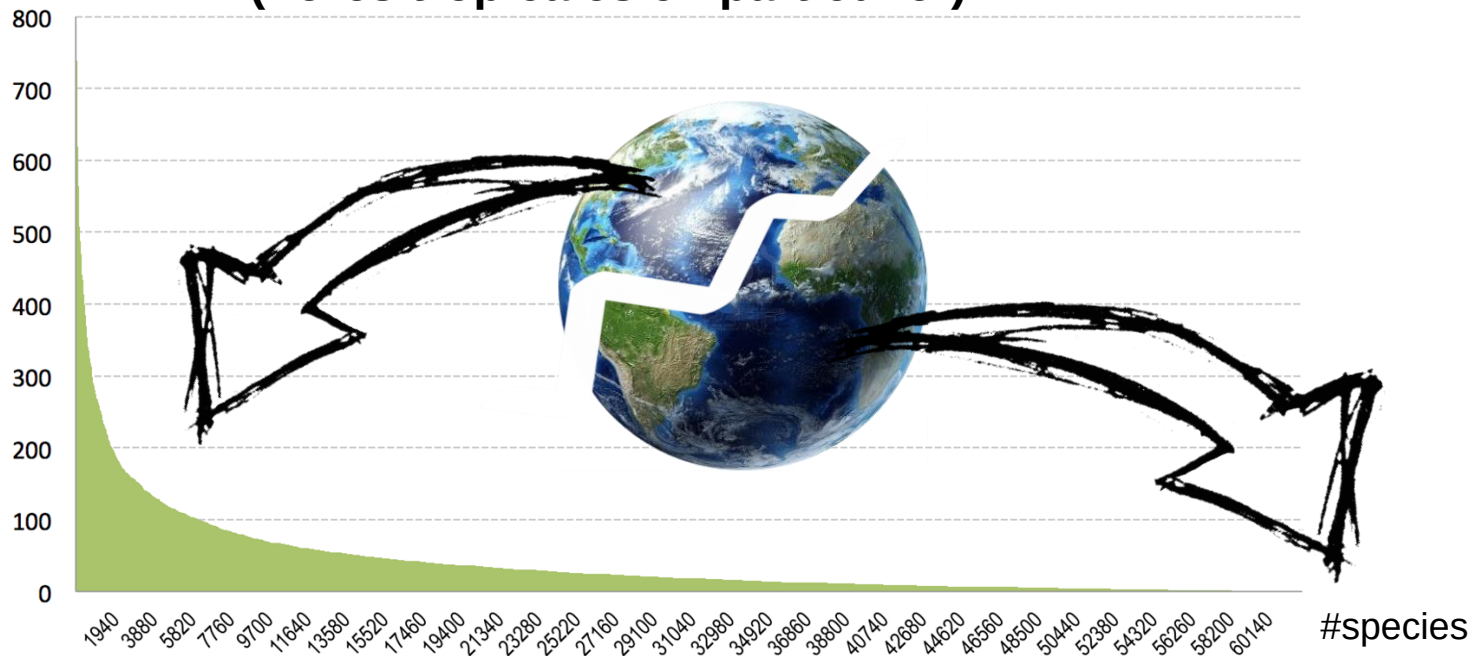
#images



Problème résolu ? Pas vraiment ...

Nous manquons de données d'entraînement pour les flores les plus riches des régions du sud (flores tropicales en particulier)

#images

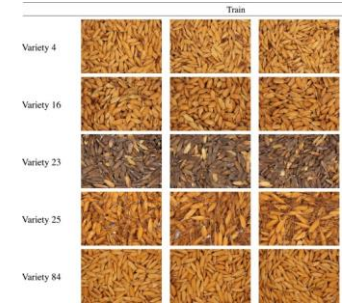


Expérimentations dans de nombreux contextes

Adaptation de la reconnaissance par l'image à d'autres contextes botaniques / visuels importants

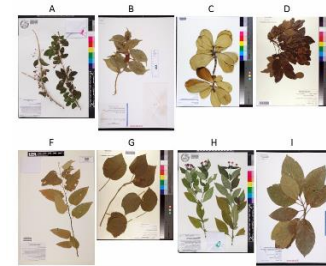
- La biodiversité agricole, en collaboration avec AGAP et les CRB de Mtp. 88.8% de reconnaissances correctes, dans un domaine TRES difficile (100 variétés, 1500 images)

Champ, J., Lorieul, T., Bonnet, P., Maghnaoui, N., Sereno, C., Dessup, T., ... & Joly, A. (2016). **Categorizing plant images at the variety level: Did you say fine-grained?** Pattern Recognition Letters, 81, 71-79.



- La biodiversité naturelle, à travers les herbiers d'Europe et d'Amérique. Travaux sur plus de 1000 espèces, avec des seuils de performances remarquables, et l'identification du potentiel de "transfert de connaissances" d'un herbier à un autre

Carranza-Rojas, J., Goeau, H., Bonnet, P., Mata-Montero, E., & Joly, A. (2017). **Going deeper in the automated identification of Herbarium specimens.** BMC evolutionary biology, 17(1), 181.



Poursuite avec un réseau international d'universités, pour l'évaluation automatisée des stades phénologiques

Lorieul & al. (Soumis). **Toward a large-scale and deep phenological stage annotation of herbarium specimens: case studies from temperate, tropical, and equatorial floras.** Applications in Plant Sciences.



Going deeper in the automated identification of Herbarium specimens

Jose Carranza-Rojas^{1*}, Herve Goeau², Pierre Bonnet² , Erick Mata-Montero¹ and Alexis Joly³

BMC Series blog

[About this blog](#)

Let's leverage herbaria impact through Deep Learning



BMC Evolutionary Biology

Data	#images	Précisions Top1
European Herbarium	256K	0.80
Costa-Rica Herbarium	11K	0.74

transfer
learning

Carranza-Rojas, J., Goëau, H., Bonnet, P., Mata-Montero, E., & Joly, A., 2017. Going deeper in the automated identification of Herbarium specimens. *BMC evolutionary biology*, 17(1), 181.



NATURE | NEWS

Artificial intelligence identifies plant species for science

Deep-learning methods successfully classify thousands of herbarium samples.



Détection de la phénologie des herbiers

Fertile ou pas - 3 jeux de données (FSU, CAY, NEVP) ; 163,233 herbiers, 7,782 espèces ; depuis des flores tempérées jusqu'aux flores équatoriales

Non fertile

vs.

Fertile



A

B

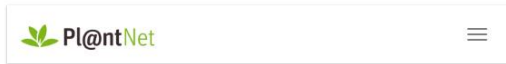
C

96.3% -> Detection correctes

T. Lorieul, K. D. Pearson, E. R. Ellwood, H. Goëau, J.-F. Molino, P. W. Sweeney, J. M. Yost, J. Sachs, E. Mata-Montero, G. Nelson, P. S. Soltis, P. Bonnet, A. Joly, Submitted. **Toward a large scale and deep phenological stages annotation of herbarium specimens : case studies from temperate, tropical, and equatorial floras.** Applications in Plant Sciences - Application Article.

Potentiel des données Pl@ntNet pour un suivi phénologique à grande échelle

Les obs. des usagers sont
toujours annotées



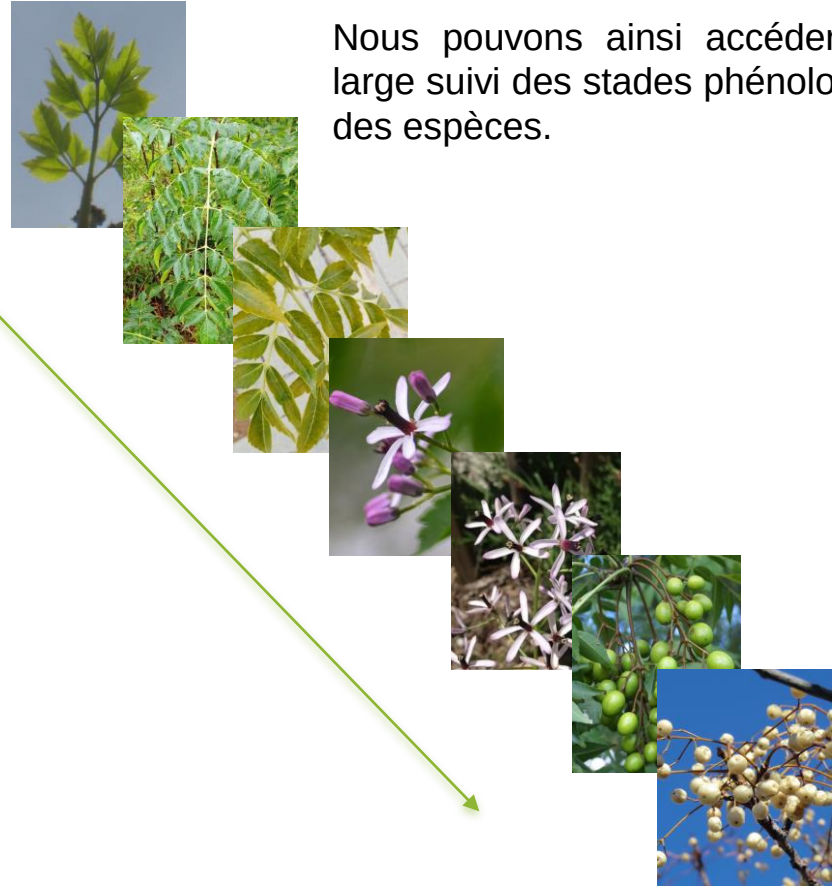
Melia azedarach L.

Meliaceae

Chinaberrytree, Bead Tree, Chinaberry Tree



Nous pouvons ainsi accéder à un
large suivi des stades phénologiques
des espèces.

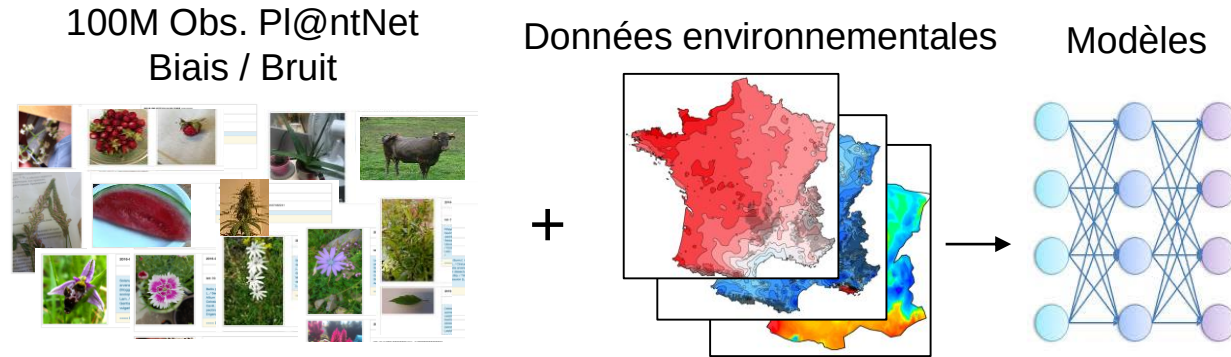


Modélisation de la distribution Géo. à l'ère du B. Data

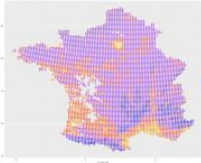
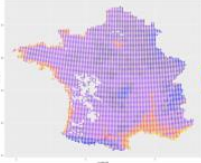
PhD. Botella C. (Dir. Joly, Monestiez, Munoz)

Problématique : Exploiter des données bruitées, identifiées de manière automatisée, dans le cadre d'approches s'appuyant sur des réseaux citoyens, pour la détection / modélisation de distribution d'espèces

Approche testée : Comparer les SDM à partir de données PN à des comptages d'experts



Botella, C., Joly, A., Bonnet, P., Monestiez, P., & Munoz, F. (2018). **Species distribution modeling based on the automated identification of citizen observations.** Applications in Plant Sciences, 6(2), e1029.

Species names	Species distribution computed from PI@ntNet data	Maps from expert count data of INPN
<i>Acer negundo</i> L. Sensitivity : 0,66 Specificity : 0,72		
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br. Sensitivity : 0,94 Specificity : 0,89		
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC. Sensitivity : 0,64 Specificity : 0,72		
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. Sensitivity : 0,82 Specificity : 0,95		
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt. Sensitivity : 0,90 Specificity : 0,22		

Plant living in natural conditions



Reynoutria japonica Houtt.



Opuntia ficus-indica (L.) Mill.



Carpobrotus edulis (L.) N.E.Br.

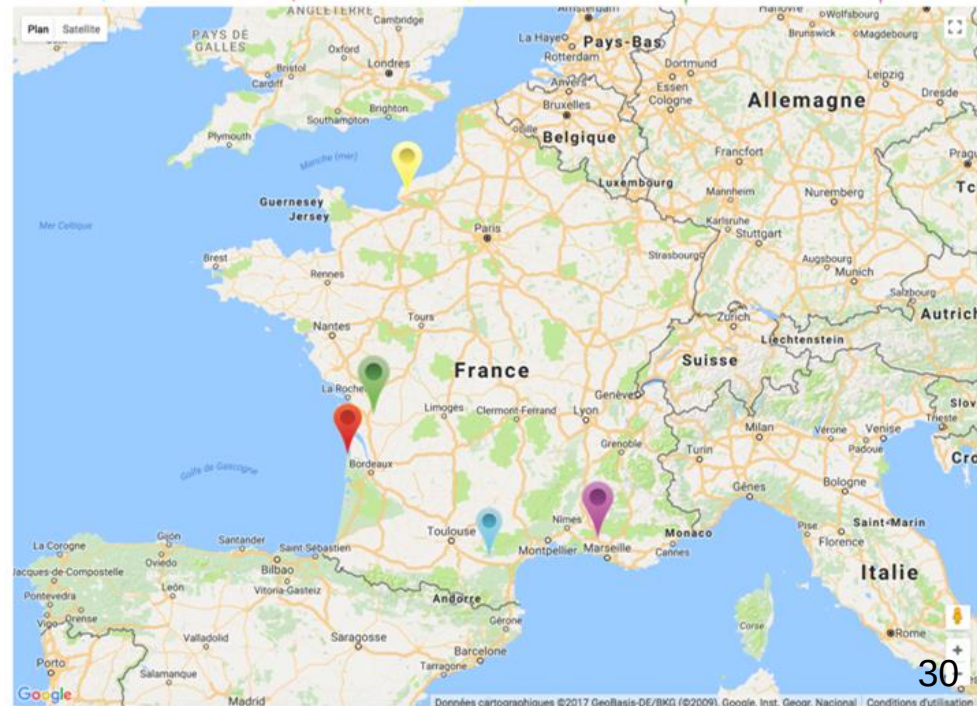


Opuntia ficus-indica (L.) Mill.



Carpobrotus edulis (L.) N.E.Br.

Ornamental plants

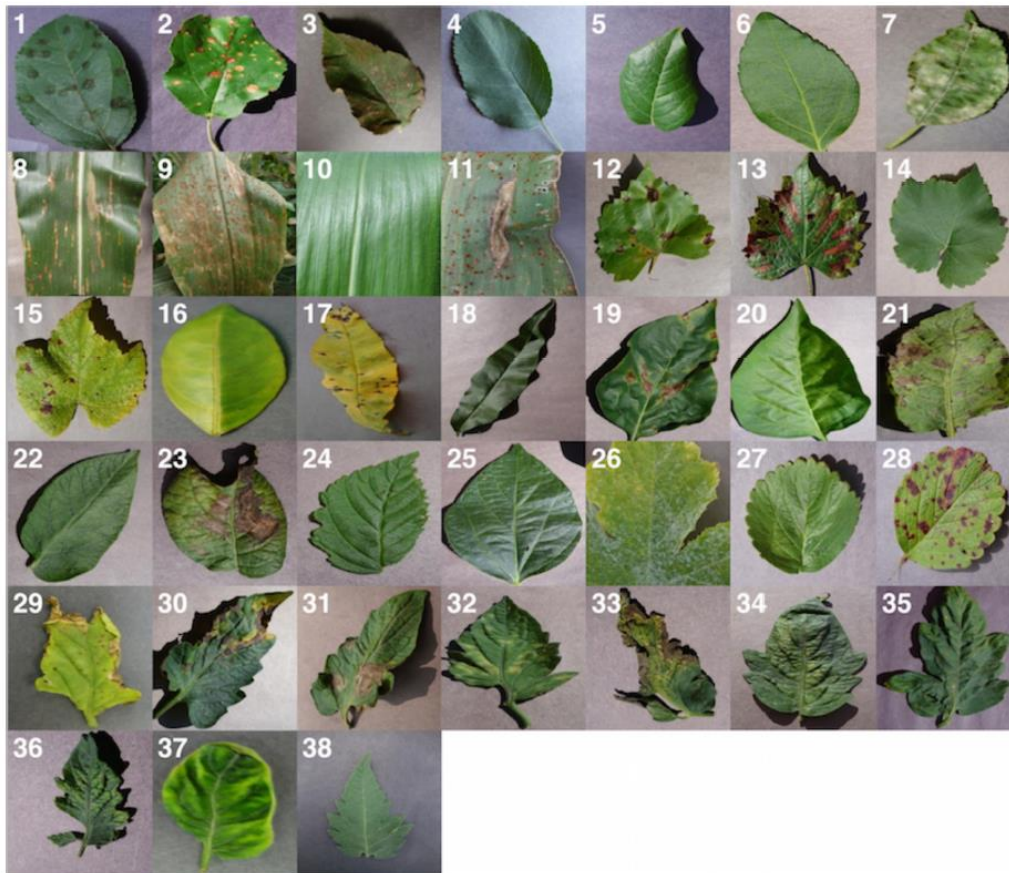


- Le suivi des maladies est pénalisé par le manque d'experts de terrain, et les difficultés de diagnostic des non-experts -> Reconnaître les pathologies dans les flux Pl@ntNet.
- Notre approche: S'appuyer sur des techniques pro-actives d'apprentissage et de transfert de connaissance pour développer un programme innovant de sc. participative sur ce thème.

				
Gall on leaf of <i>Urtica</i> species	Probable fungus attack on a leaf of <i>Sechium</i> <i>edule</i> Sw.	Leaf damage on <i>Cucurbita maxima</i> <i>Duchesne</i>	Gall on the stem of <i>Pistacia terebinthus</i> L.	Fungus on fruit of <i>Diospyros kaki</i> L.f. 31

Amélioration des performances de Détection / Reconnaissance

Pour le reconnaissance de pathologies végétales

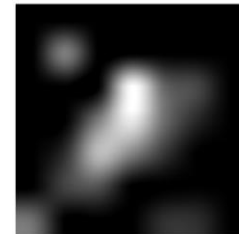
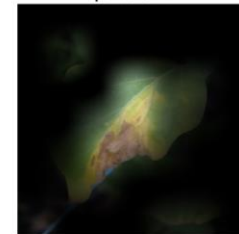


1. Apple Scab, *Venturia inaequalis*
2. Apple Black Rot, *Botryosphaeria obtusa*
3. Apple Cedar Rust, *Gymnosporangium juniperi-virginianae*
4. Apple healthy
5. Blueberry healthy
6. Cherry healthy
7. Cherry Powdery Mildew, *Podosphaera clandestine*
8. Corn Gray Leaf Spot, *Cercosporazeae-maydis*
9. Corn Common Rust, *Pucciniasorghi*
10. Corn healthy
11. Corn Northern Leaf Blight, *Exserohilum turcicum*
12. Grape Black Rot, *Guignardia bidwellii*
13. Grape Black Measles(Esca), *Phaeomoniell aaleophilum*, *Phaeomoniella chlamydospora*
14. Grape Healthy
15. Grape Leaf Blight, *Pseudocercospora vitis*
16. Orange Huanglongbing(Citrus Greening), *Candidatus Liberibacter spp*
17. Peach Bacterial Spot, *Xanthomonas campestris*
18. Peach healthy
19. Bell Pepper Bacterial Spot, *Xanthomonas campestris*
20. Bell Pepper healthy
21. Potato Early Blight, *Alternariasolani*
22. Potato healthy
23. Potato Late Blight, *Phytophthorainfestans*
24. Raspberry healthy
25. Soybean healthy

Aubergine1.JPG



plantclefPT

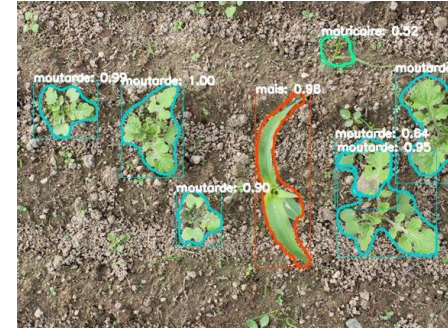




Identification automatisée des adventices des cultures



- Identification automatique dans le champ,
- Robot autonome, avec des capacités de lutte embarquées
- Un nouveau micro-projet thématique dans Pl@ntNet





Atouts

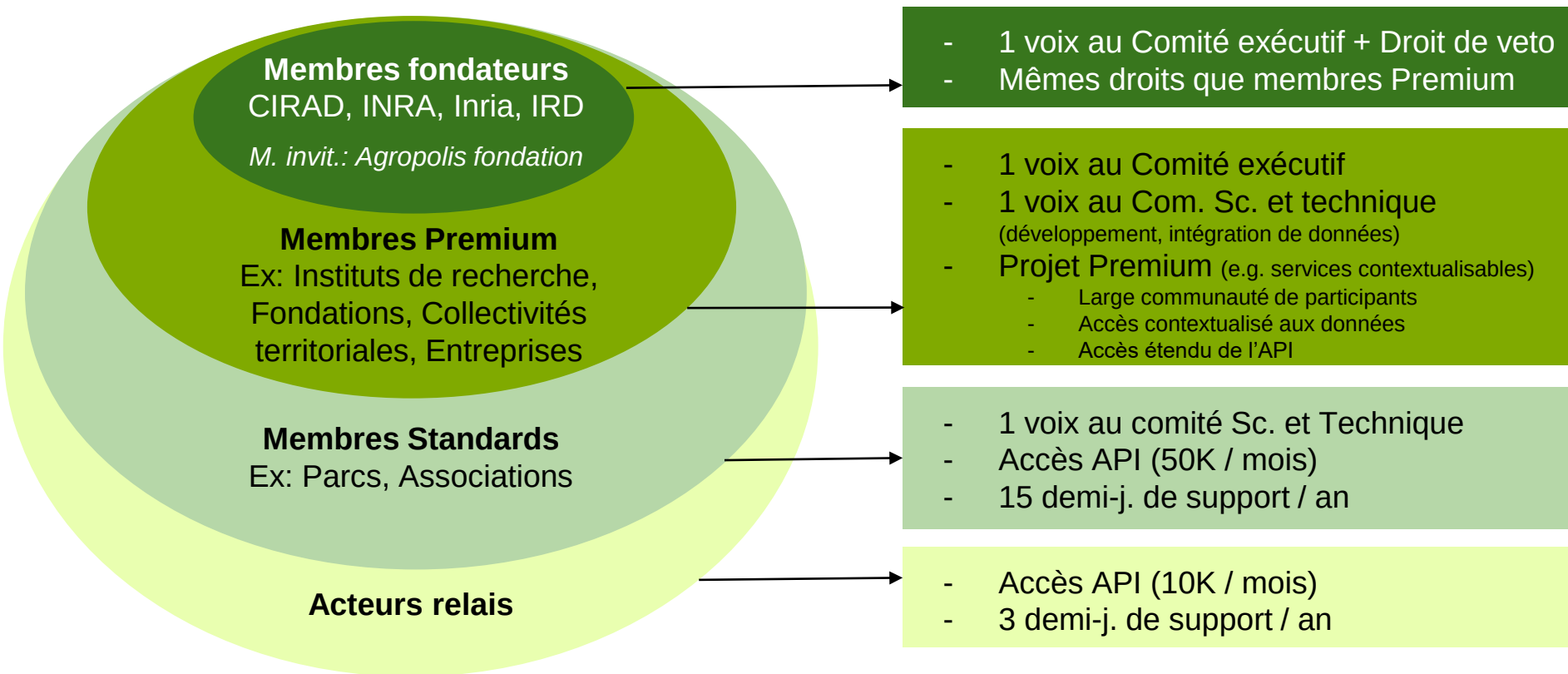
- . Appropriation / Participation Part. Associatifs,
- . Attrait du nomadisme numérique et des Nouvelles technologies (Big Data, IA, etc.)
- . Forte contribution des médias,
- . Large participation de la société civile, y compris à l'international,
- . Grande diversité d'impacts sociétaux,



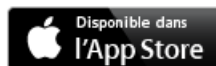
Contraintes

- . Capacité de médiation à mobiliser,
- . Contexte très évolutif, nécessitant une forte réactivité,
- . Nécessité de structuration la communication,
- . Contraintes de scalabilité, d'accessibilité, et prise en compte de la diversité des acteurs,
- . Grande diversité des attentes pour lesquelles des priorisations sont nécessaires,

Modèle de pérennisation - Un consortium Ouvert et évolutif



Pl@ntNet



Smart'Flore



MERCI



agropolis fondation



Variabilité

La plateforme fonctionne mieux si elle couvre la variabilité morphologique des organes d'une espèce



Spring 2012



Summer 2010

Différents stades de croissance
Platanus x hispanica Mill ex. Münchh. (platane)



Autumn 2011



Winter 2011



Nombre et profondeur de lobes
Ficus carica L. (figuier commun)

Users =



localités
saisons
milieux
climats
écosystèmes



Nombre de folioles
Fraxinus angustifolia Vahl (Frêne du Midi)

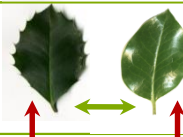


Couleurs automnales
Cotinus coggygia Scop. (Arbre à perruques)

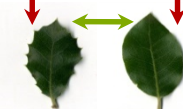


Composition: 2 feuilles du même arbre
Gleditsia triacanthos L. (Févier)

Ilex aquifolium L. (houx)



Quercus ilex L. (Yeuse)



Variabilité intra-espèce vs variabilité inter-espèces

Les limites et modalités d'utilisation

❖ Le système fonctionne mieux si les images soumises sont de bonne qualité !



COMMENT FAIRE UNE BONNE PHOTO POUR PL@NTNET ?



ZOOKEZ SUR UNE FLEUR
(OU FEUILLE, FRUIT, TIGE)



CLIQUEZ POUR
FAIRE LA MISE
AU POINT



UNE BONNE PHOTO
- UN ORGANE - CENTRÉ
- NET - SANS DOIGTS
- ARRIÈRE-PLAN FLOU NATUREL OU NEUTRE

<https://plantnet.org/comment-pourquoi/>