Identification d’espèces avec réseaux de neurones profonds

Hervé Goëau

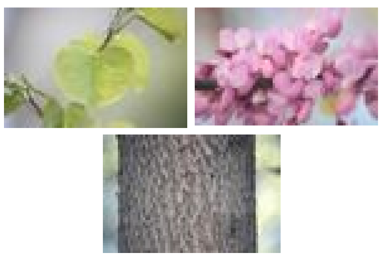
Mini-séminaire AMAP "réseau neuronal profond" 20 octobre 2017

Retour d'expérience

Exploitation des techniques de deep learning appliquées à :

Identification d'espèces de plantes

photographies "terrain"



scans d'herbiers

Annotation semi-automatique par type de vues

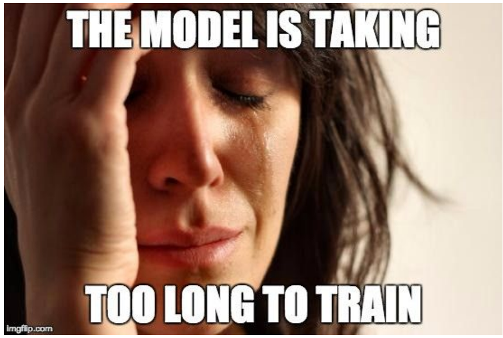
Problématiques de passage à l'échelle

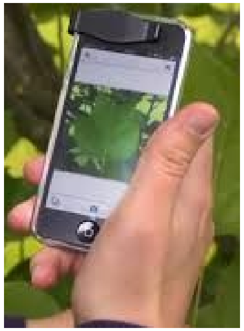
Identification d'espèces d'oiseaux basée sur le son

Retour d'expérience

Le coût en temps

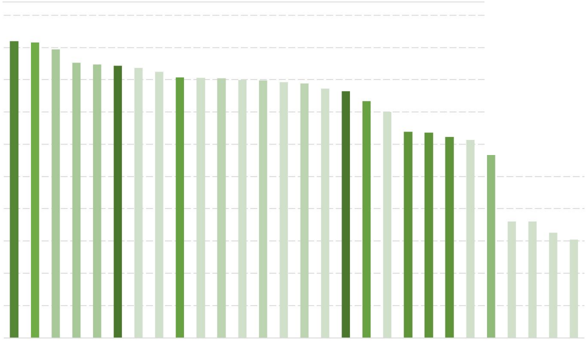
code, préparation des données *pour l'apprentissage* *déploiement en production*





Le coût financier…...

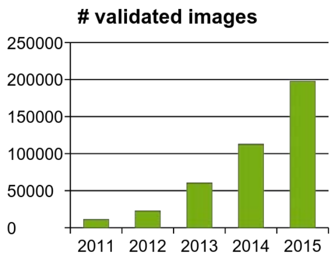
......et le ratio performance / coût

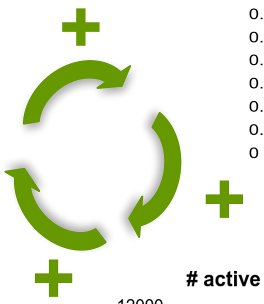


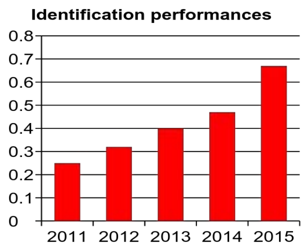

Life
Cle

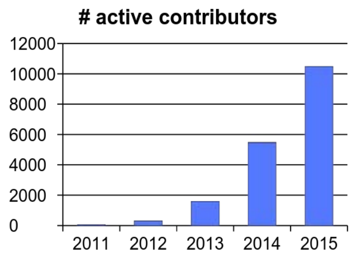
Identification de plante par l’image

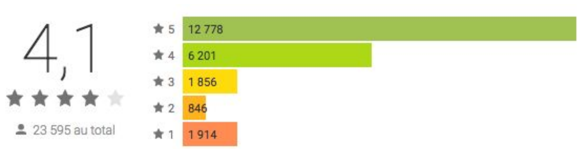
Le cercle vertueux fonctionne !





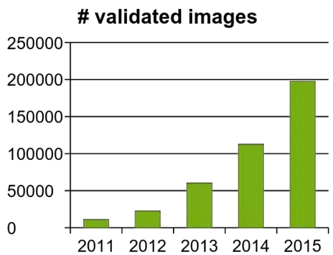


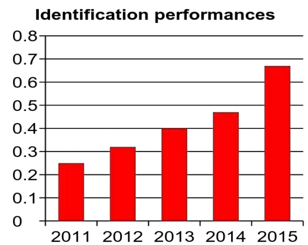


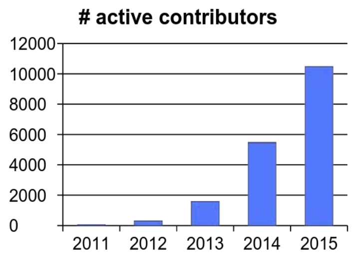


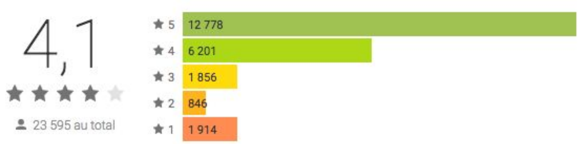
Identification de plante par l’image

Le cercle vertueux fonctionne !



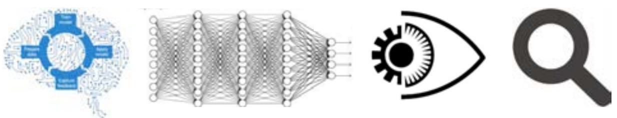






Evaluations

Recherche en informatique



international et annuel (conférence CLEF)

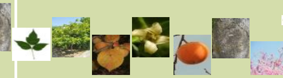
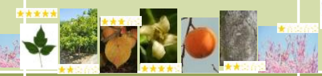
tâche de classification :

- *train (+validation)*
- *test*

7 années de progrès

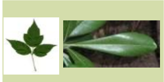
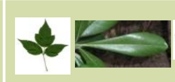
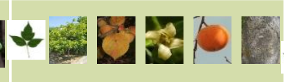
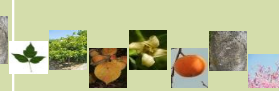
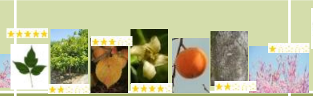
. *De scans de feuilles produits par des experts à des observations multi-images “terrain” par des milliers d’observateurs*

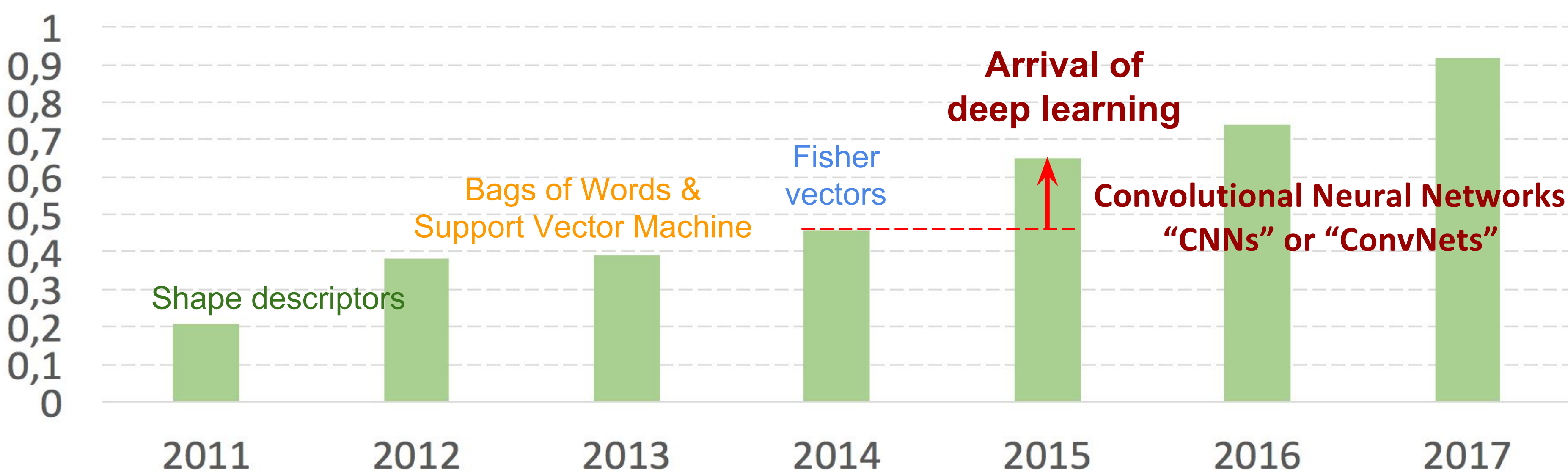
. *De quelques dizaines d’espèces d’arbre au passage à l’échelle d’une flore entière*

	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
Type						 +unknown	Pl@ntNet eoL Encyclopedia of Life bing
Part	8	11	12	22	15	16	17
Perf. (MMR)	**0,209**	**0,38**	**0,393**	**0,456**	**0,667**	**0,742**	**0,92**

7 années de progrès

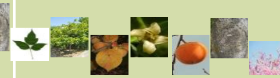
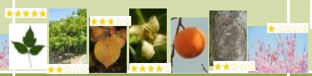
. *De scans de feuilles produits par des experts à des observations multi-images “terrain” par des milliers d’observateurs*
. *De quelques dizaines d’espèces d’arbre au passage à l’échelle d’une flore entière*

	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
Type						 +unknown	Pl@ntNet, Encyclopedia of Life, bing
Part	8	11	12	22	15	16	17
Perf. (MMR)	**0,209**	**0,38**	**0,393**	**0,456**	**0,667**	**0,742**	**0,92**

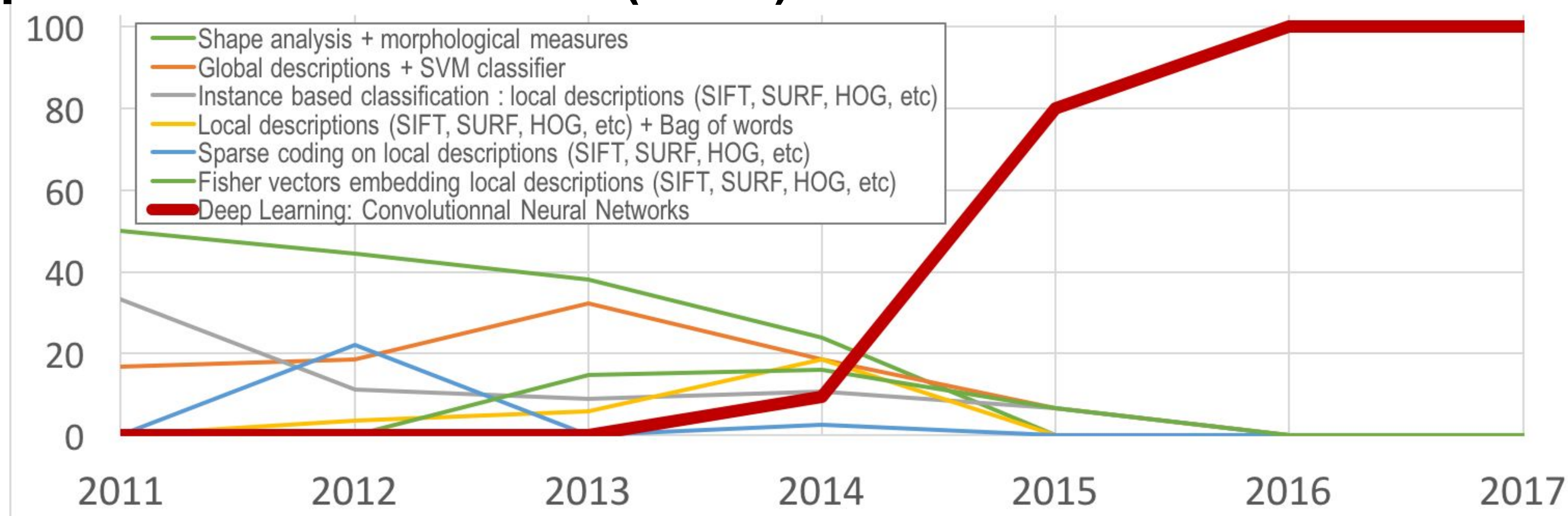


7 années de progrès

. *De scans de feuilles produits par des experts à des observations multi-images “terrain” par des milliers d’observateurs*
. *De quelques dizaines d’espèces d’arbre au passage à l’échelle d’une flore entière*

	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
Type						 +unknown	Pl@ntNet EOL Encyclopedia of Life bing
Part	8	11	12	22	15	16	17
Perf. (MMR)	**0,209**	**0,38**	**0,393**	**0,456**	**0,667**	**0,742**	**0,92**

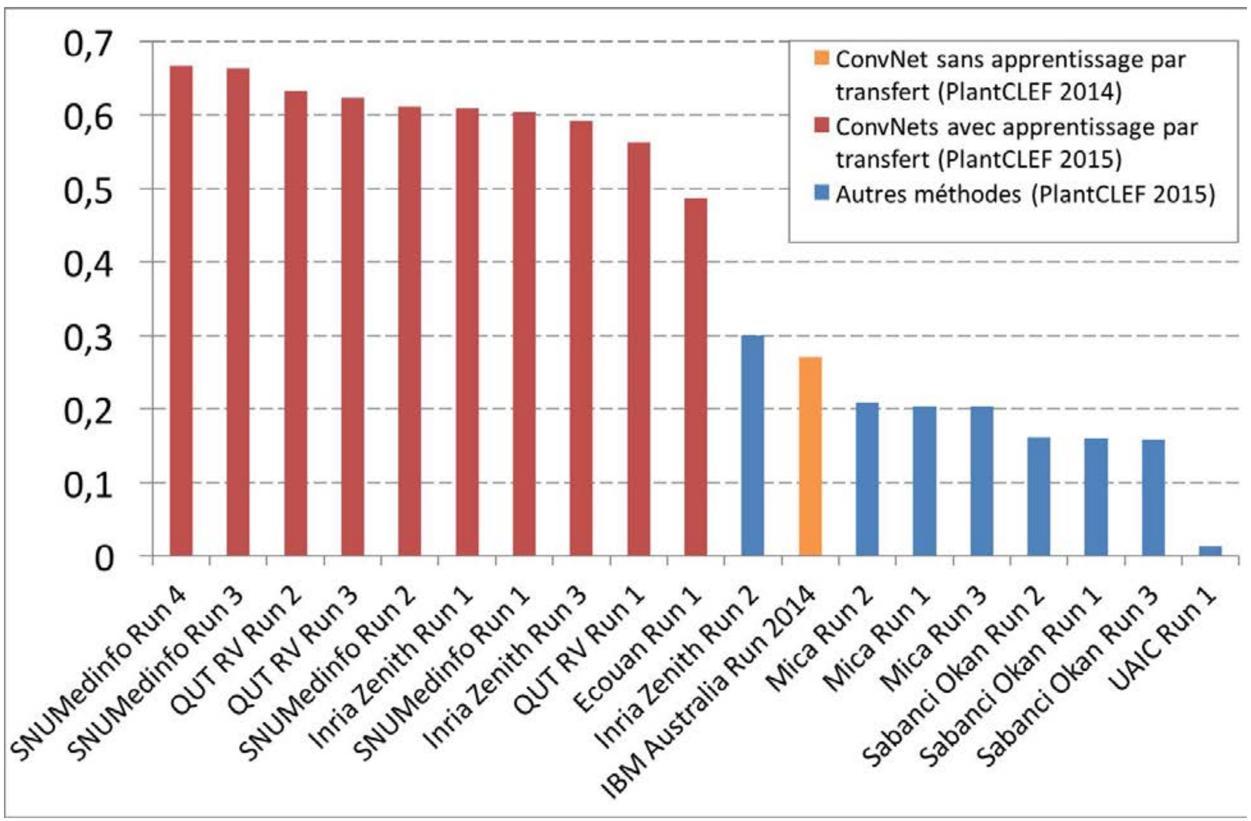
Popularité des méthodes (% de):



7 années de progrès

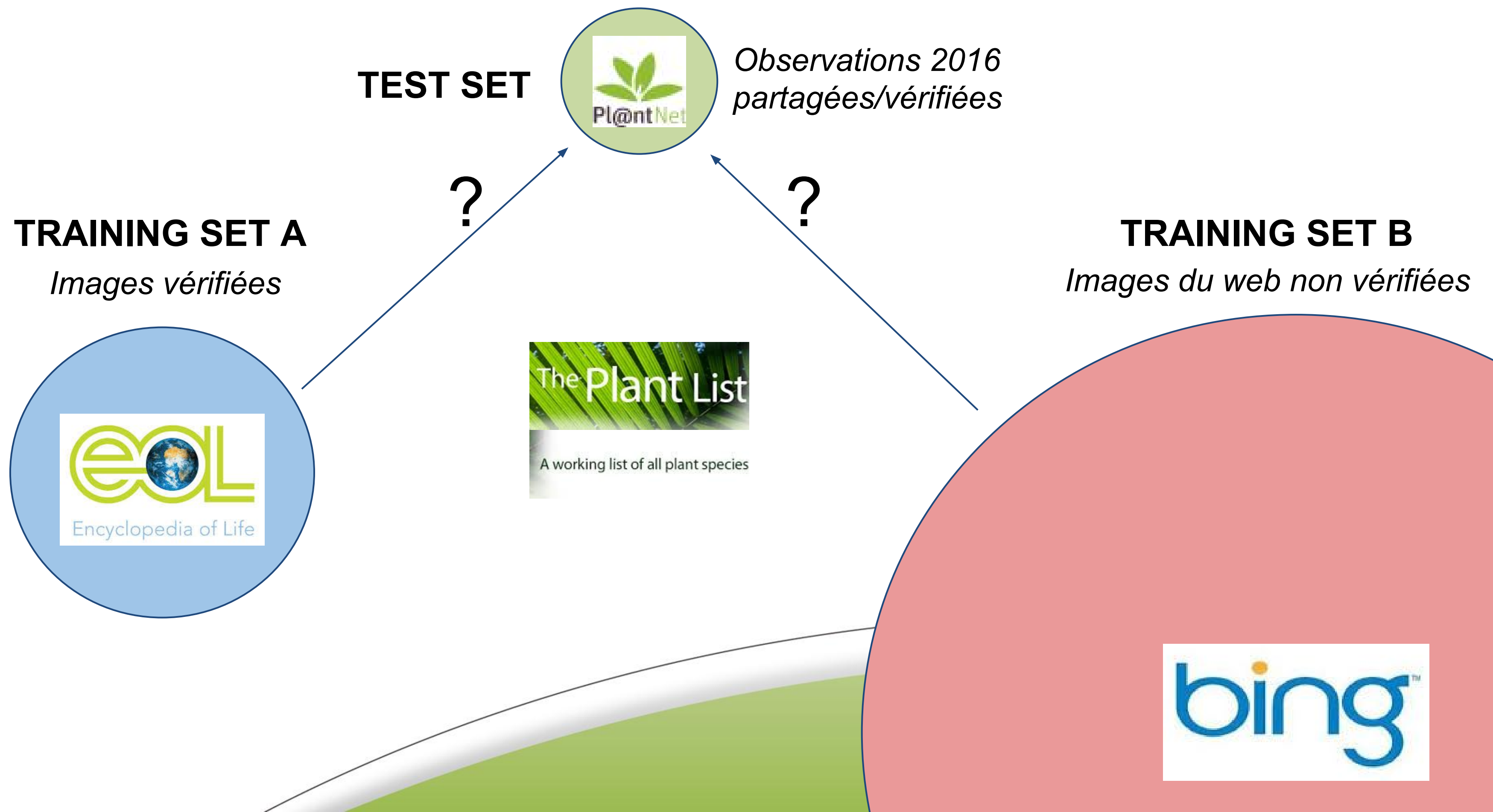
La puissance du “transfer learning”

	Trademark Logos	Car models	Paris Buidlings	Aircraft models	Bird species	Flower species
GoogLeNet trained from scratch	67.7%	59.3%	55.3%	72.7%	24.4%	59.5%
GoogLeNet pre-trained on ImageNet	**87.5%**	**79.9%**	**71.3%**	**88.1%**	**72.4%**	**89.5%**



Plant Identification Based on Noisy Web Data: the Amazing Performance of Deep Learning (PlantCLEF 2017)

- 10 000 espèces : comparable à l’échelle d’une flore semi-continentale
- intérêts d’intégrer des données externes potentiellement bruitées ?
- asymétrie train / test



Test set

Pl@ntNet
shared & validated observations during 2015/16

12k species
285k observations
430k images
100k users

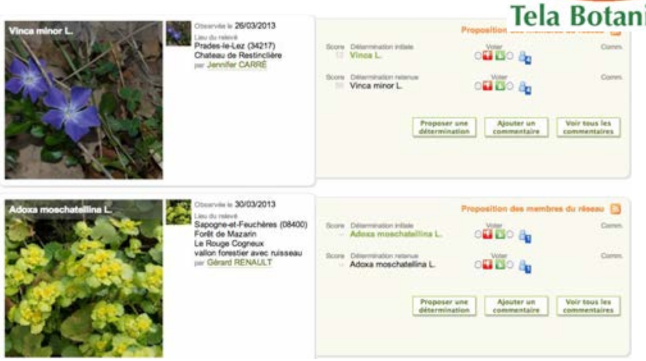
Matched species names with the world plant list

The Plant List

4,5k species
130k observations
169k images
47k users

Positive votes on species (collaborative validation)

Tela Botanica



1125 species

17 886 observations

25 190 images

9691 users

Training dataset (trusted)

815k pictures
233k species

Data curation
Interactive “organ” annotation
ConvNet Inception v1 classifier

Data curation
.duplicate pictures,
.duplicate species,
.mistakes (EOL system)

256,287 pictures
10,000 species

About 250k herbarium sheets removed!

Training dataset (trusted)

Data curation

Interactive “organ” annotation
ConvNet Inception v1 classifier

“Coûts” du classifieur organe / vue

- ***code, préparation des données :***
  - *5 jours (mixe une petite partie ImageNet + datastore Pl@ntNet)*

- ***apprentissage :***
  - *ConvNet de base Pl@ntNet : GoogleNet modifié (batch normalization + PReLU)*
    - *préentrainé 15 jours d’apprentissage sur GeForce 4Go, 600 €*
  - *Fine-tuning sur 29 classes, 59 000 images*
    - *90 minutes sur Quadro M4000 8Go, 600 € + 2400 € pour la station de travail*

- ***déploiement et annotations :***
  - *3 GPUs en parallèle sur 2 stations de travail :*
    - *180 images par minute*
    - *3 jours pour pré-annoter toute la base train EOL*
  - *Validation / annotation par lot : 8 000 images / heure*

Training dataset (noisy)

Extends the trusted dataset
up to **150** additional images per species
No data curation

1.1M pictures
10k species

“Arnica montana” -site:eol.org

2 mois

Training dataset (noisy)

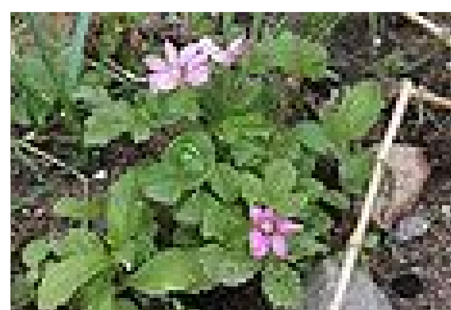
"Non plant"

"Irrelevant" plant

"Taxonomic" noise

Geranium brevicaule

***Rubus** canadensis*
***Rubus** nivalis*
***Rubus** pensilvanicus*
***Rubus** pedemontanus*
***Rubus** deliciosus*
***Rubus** polyanthemus*



Datasets & Metric

	Observations	Images	Species
Test	**18k**	25k	1.1k
Training Noisy	? (1.1M)	**1.1M**	10k
Training Trusted (EOL)	? (256k)	**256k**	10k
Training Trusted (PlantCLEF 2016)	< 42k	< 115k	<1k (880)

Mean Reciprocal Rank

$$\mathrm{MRR} = \frac{1}{|Q|} \sum_{i=1}^{|Q|} \frac{1}{\mathrm{rank}_i}$$

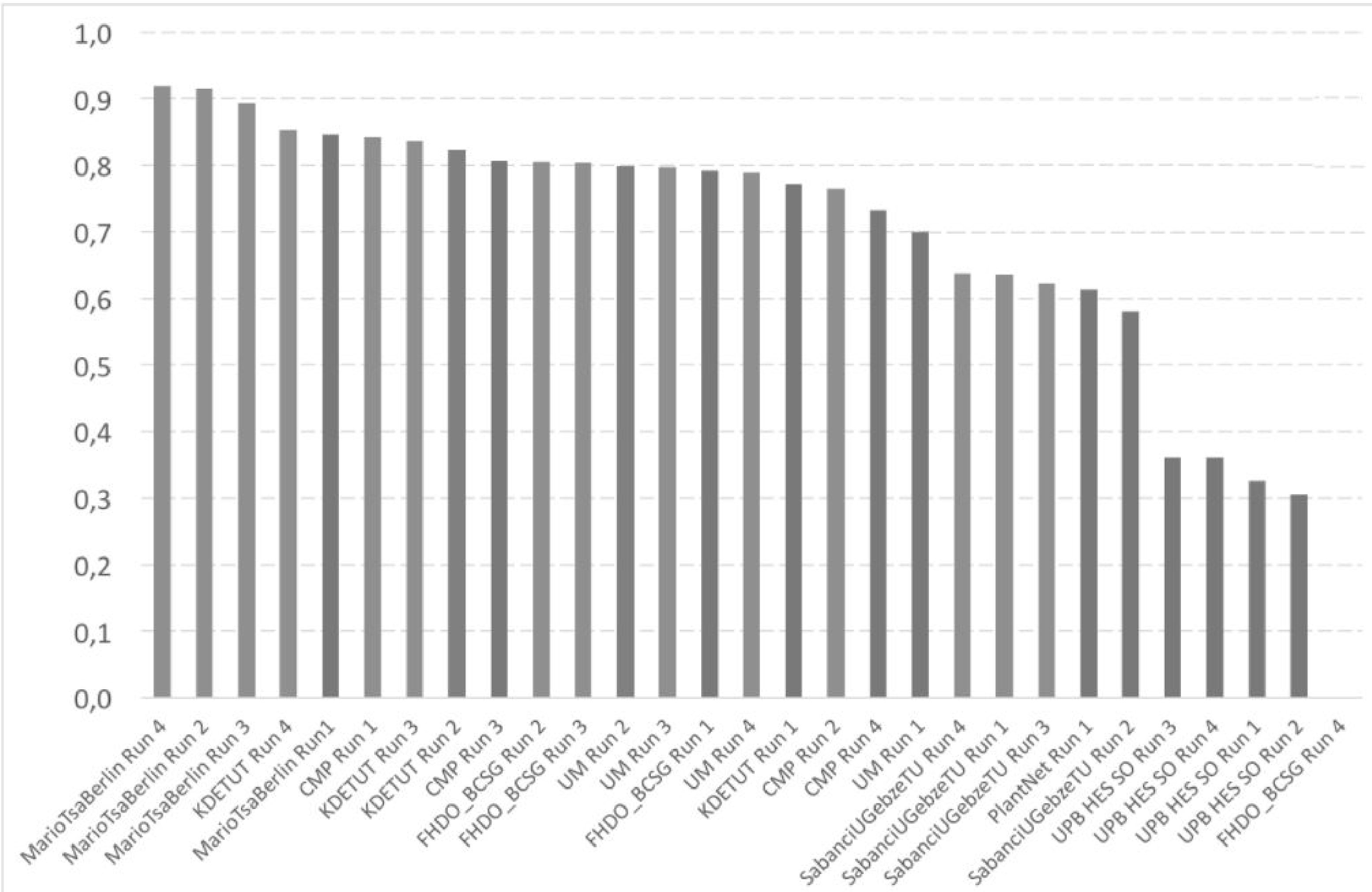
Participation

80 registered teams -> 8 teams / 29 methods

Team	Models	Train datasets	Best MRR
CMP	Inception-ResNet-v2	EOL	0.843
FHDO BCSG	Inception-ResNet-v2	EOL+filtered(WEB)	0.806
KDE TUT	Modified ResNet50	EOL+WEB	0.853
Mario TSA Berlin	GoogleNet ResNet50 ResNext	EOL+WEB+PlantCLEF2016	0.92
PlantNet	Inception v1	EOL	0.703
Sabanci Gebze	VGGNet	EOL+filtered(WEB)	0.638
UM	.VGGNet .Modified VGGNet (organ+species layers)	WEB	0.799
UPB HES SO	AlexNet	EOL	0.361

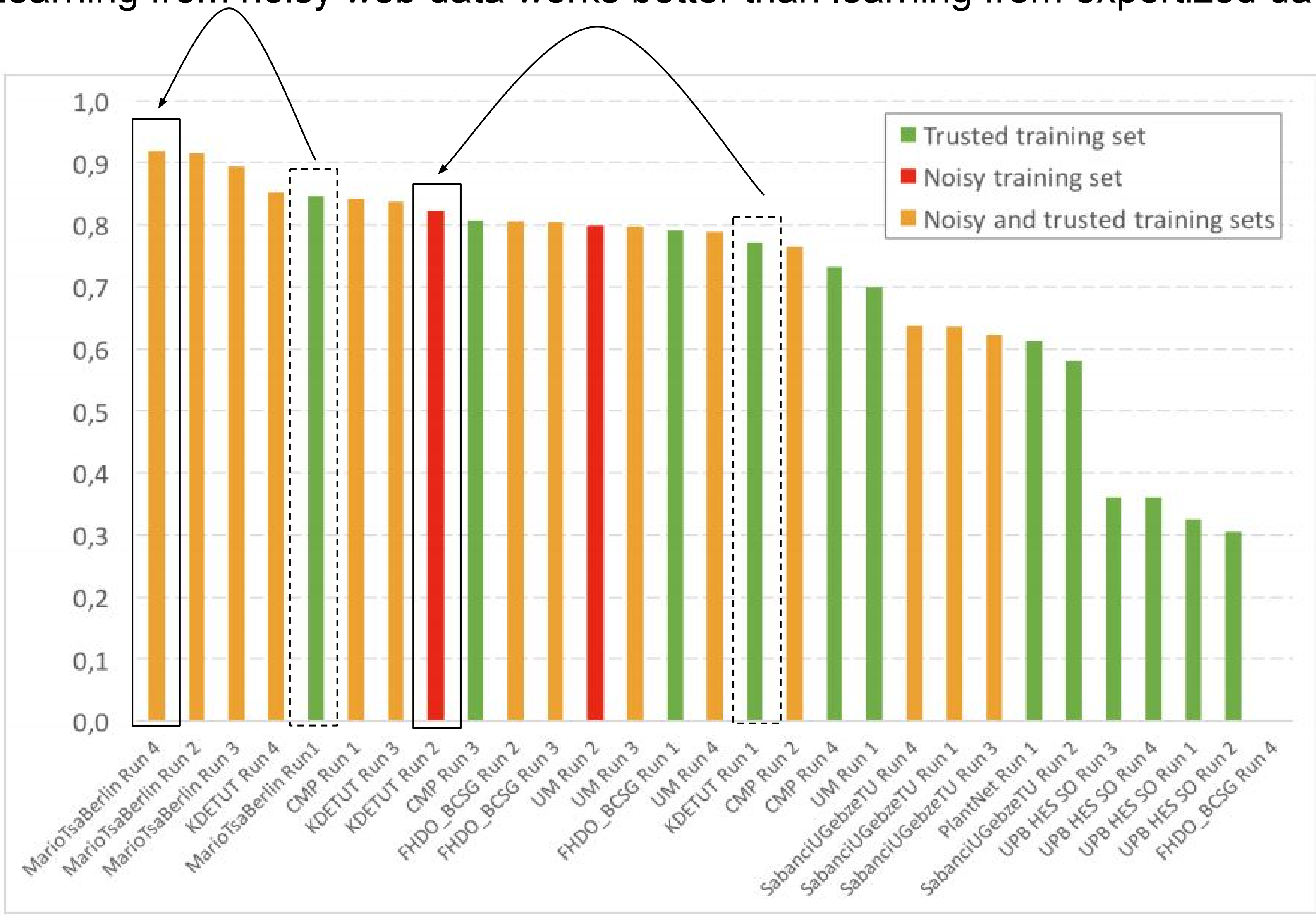
Results

Amazing best performance on 10K species!



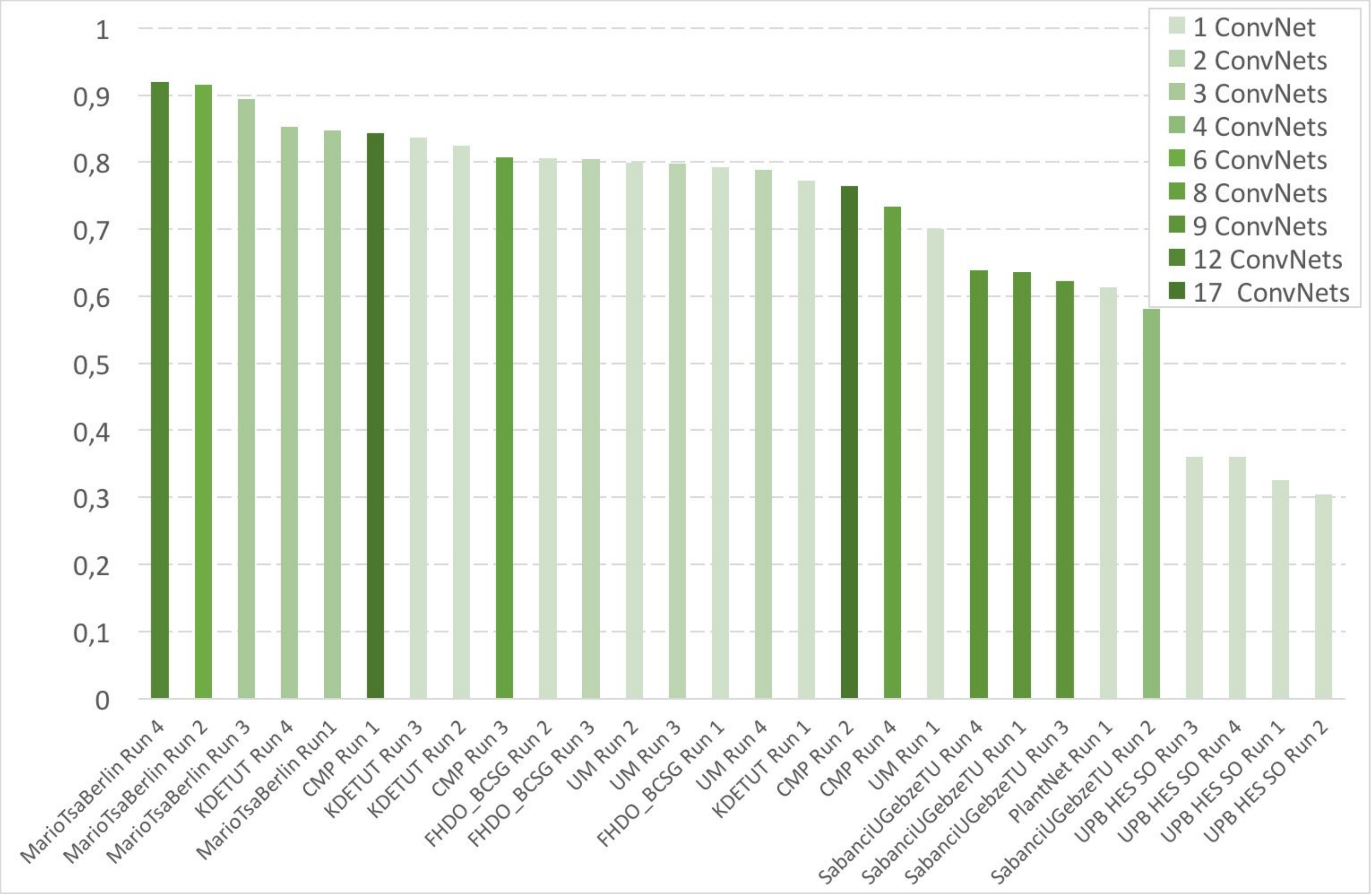
Succeeding strategies with CNN models: **training sets**

Learning from noisy web data works better than learning from expertized data!



Succeeding strategies with CNN models: **Bootstrap aggregating (bagging)**

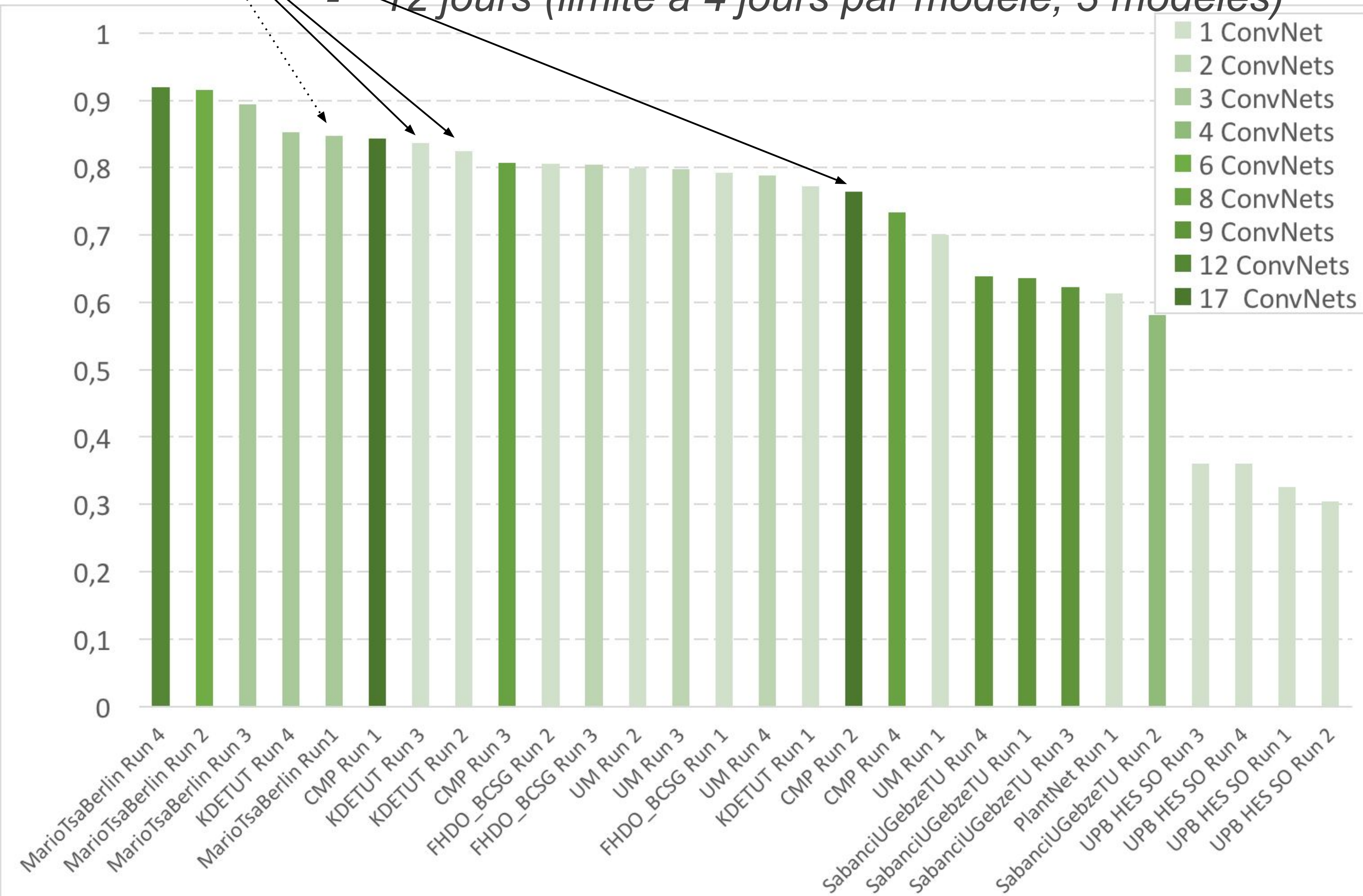
the race for GPUs...



Temps d’apprentissage

KDE TUT : ResNet50 modifié “from scratch”, Tesla K40 12Go, 5 000 €

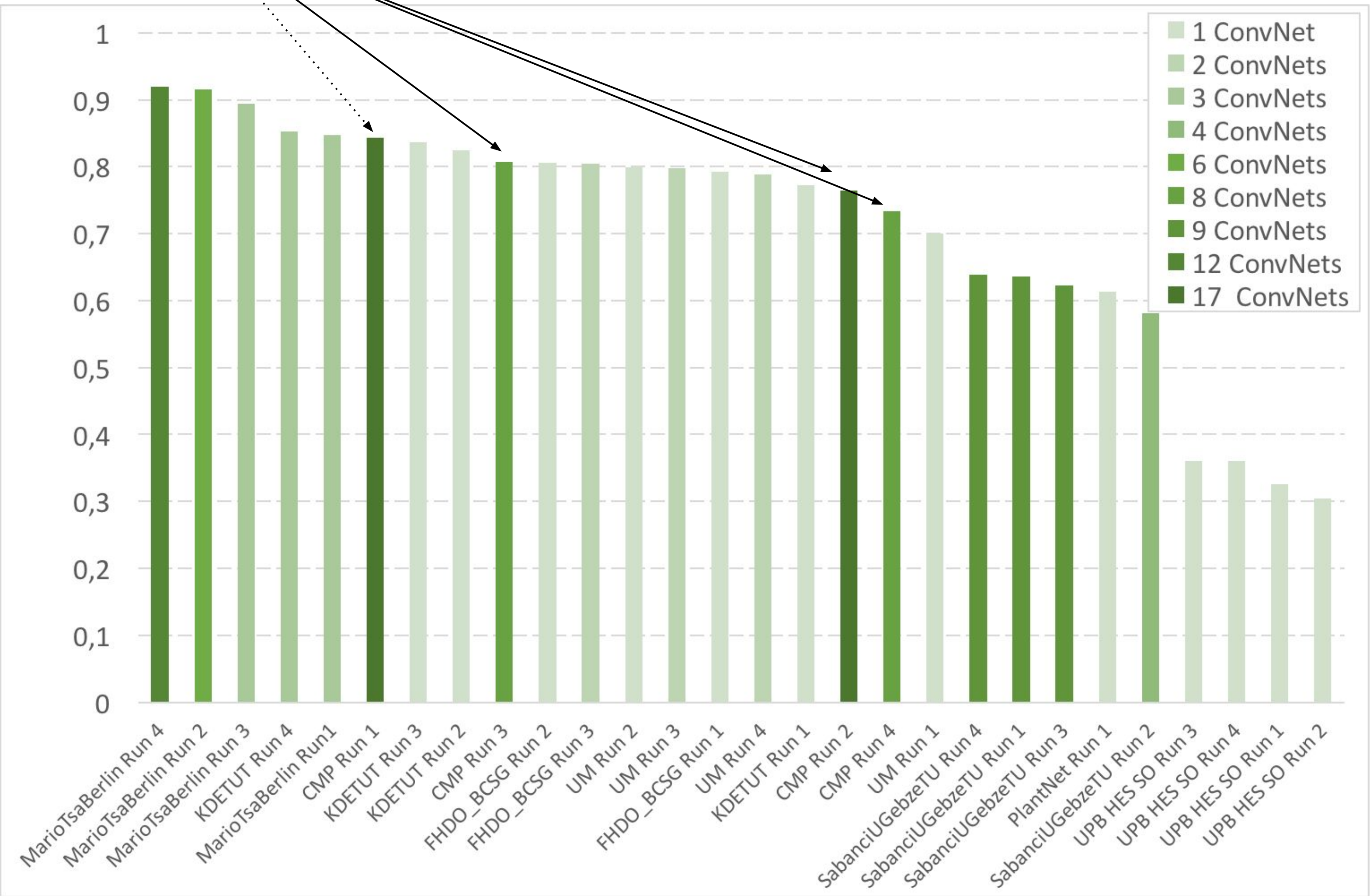
- *12 jours (limité à 4 jours par modèle, 3 modèles)*



Temps d'apprentissage

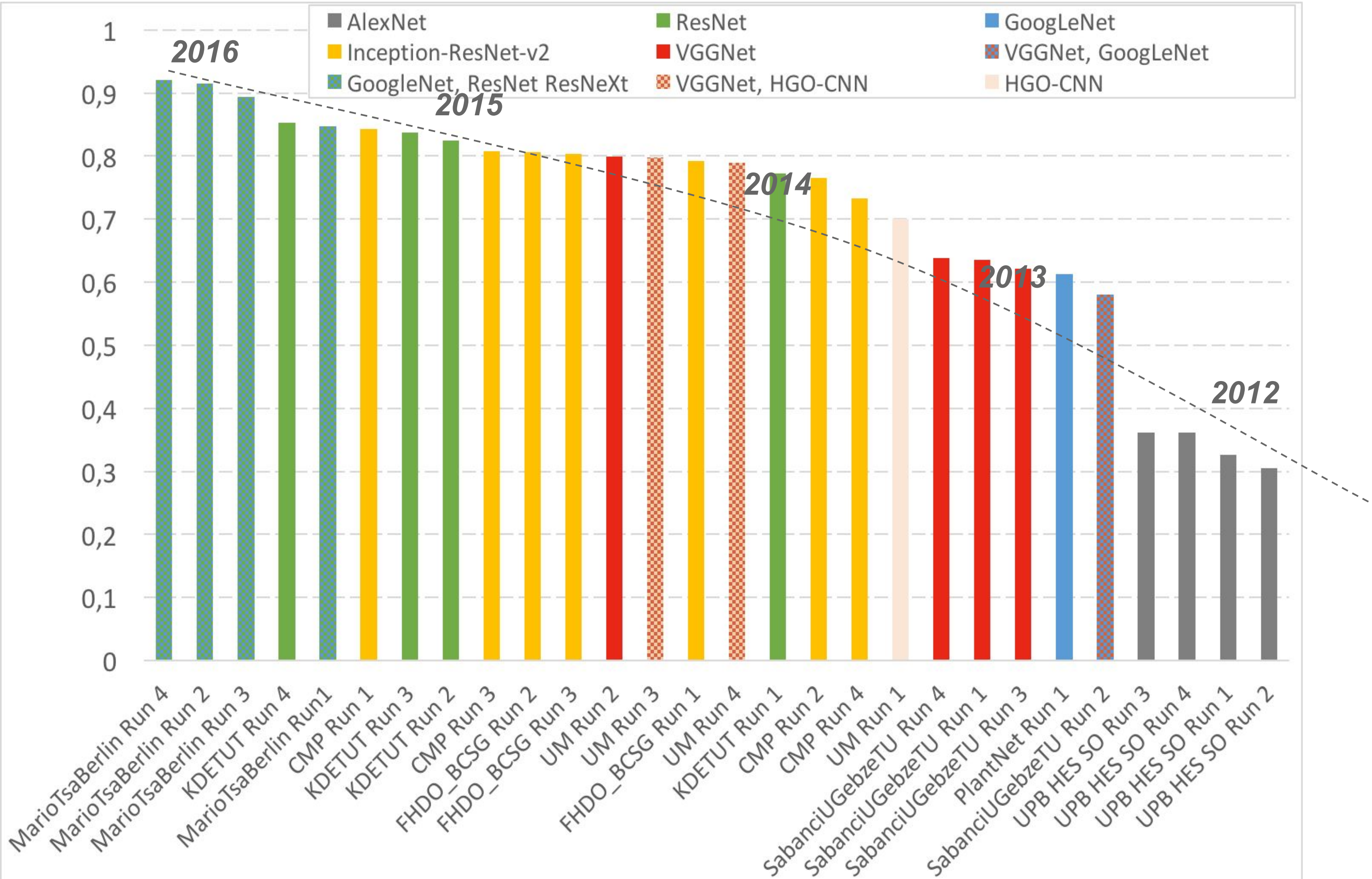
CMP : Inception-ResNet-v2 fine-tuning, Titan X 12Go, 1 300 €

- *60 jours (limité à 3,5 jours par modèle, 17 modèles)*



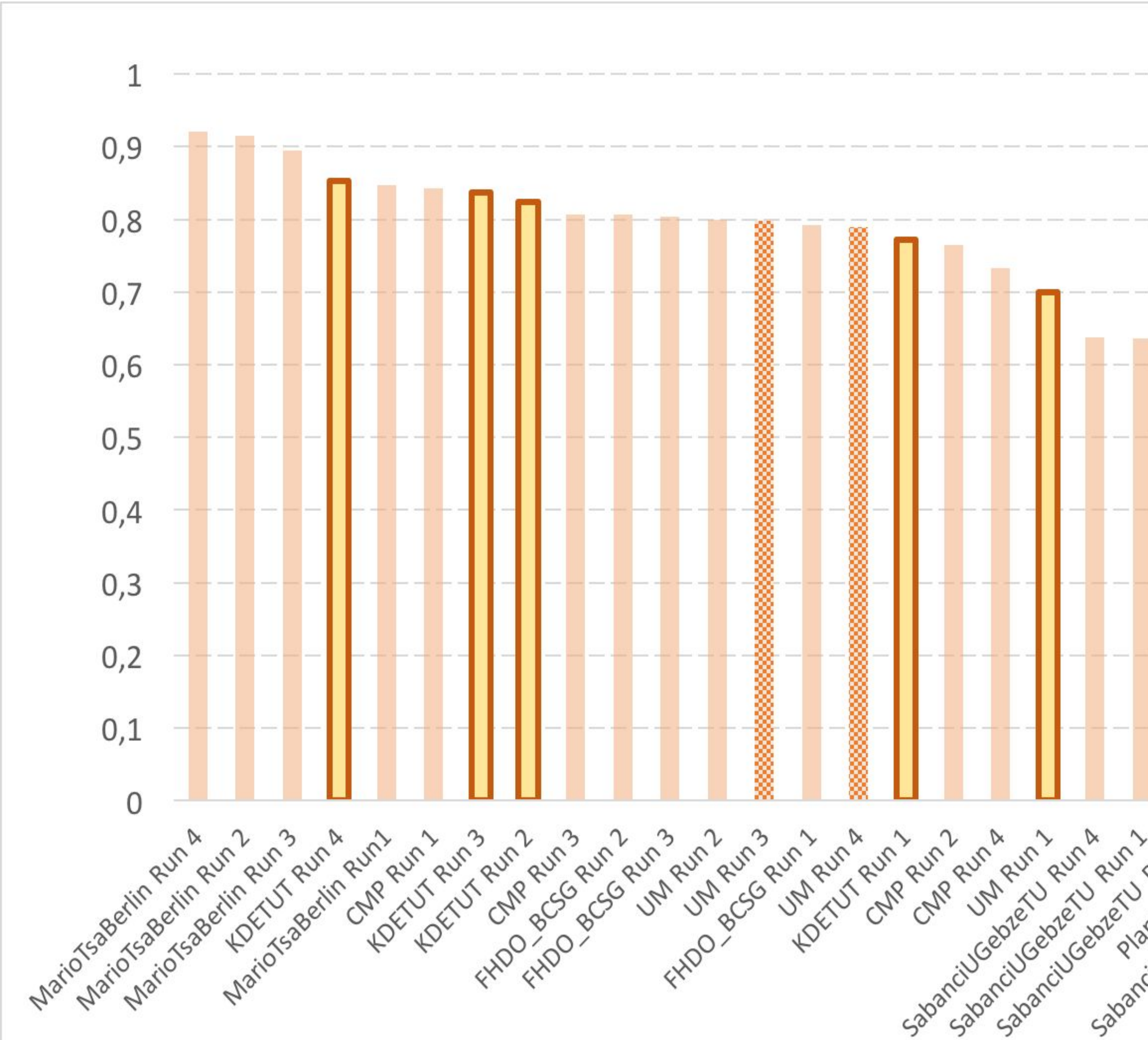
Succeeding strategies with CNN models: **architectures**

~~… and the race for the "ultimate" model~~… combining new and "old" models, training strategies matter



transfer learning vs. from scratch

10k classes with more than 1.1 millions of images for training: enough for learning from scratch?



Not learning explicitly dogs and cats!

Succeeding strategies with CNN models: **data augmentation (on train)**

Mario TSA Berlin: more transformations (color saturation and lightness modifications)

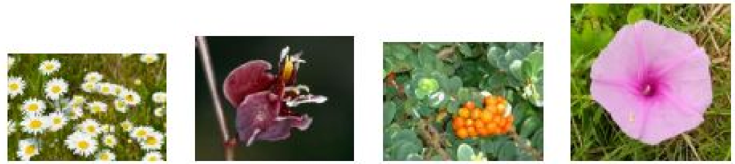


Fig. 3. Image examples with original aspect ratio

Fig. 4. Augmentation examples (MediaId 254374)

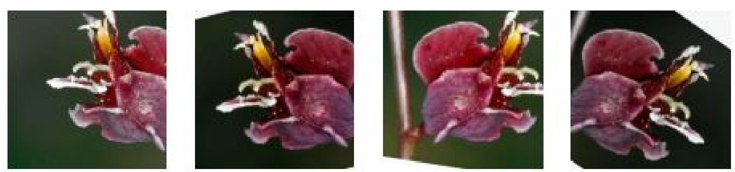


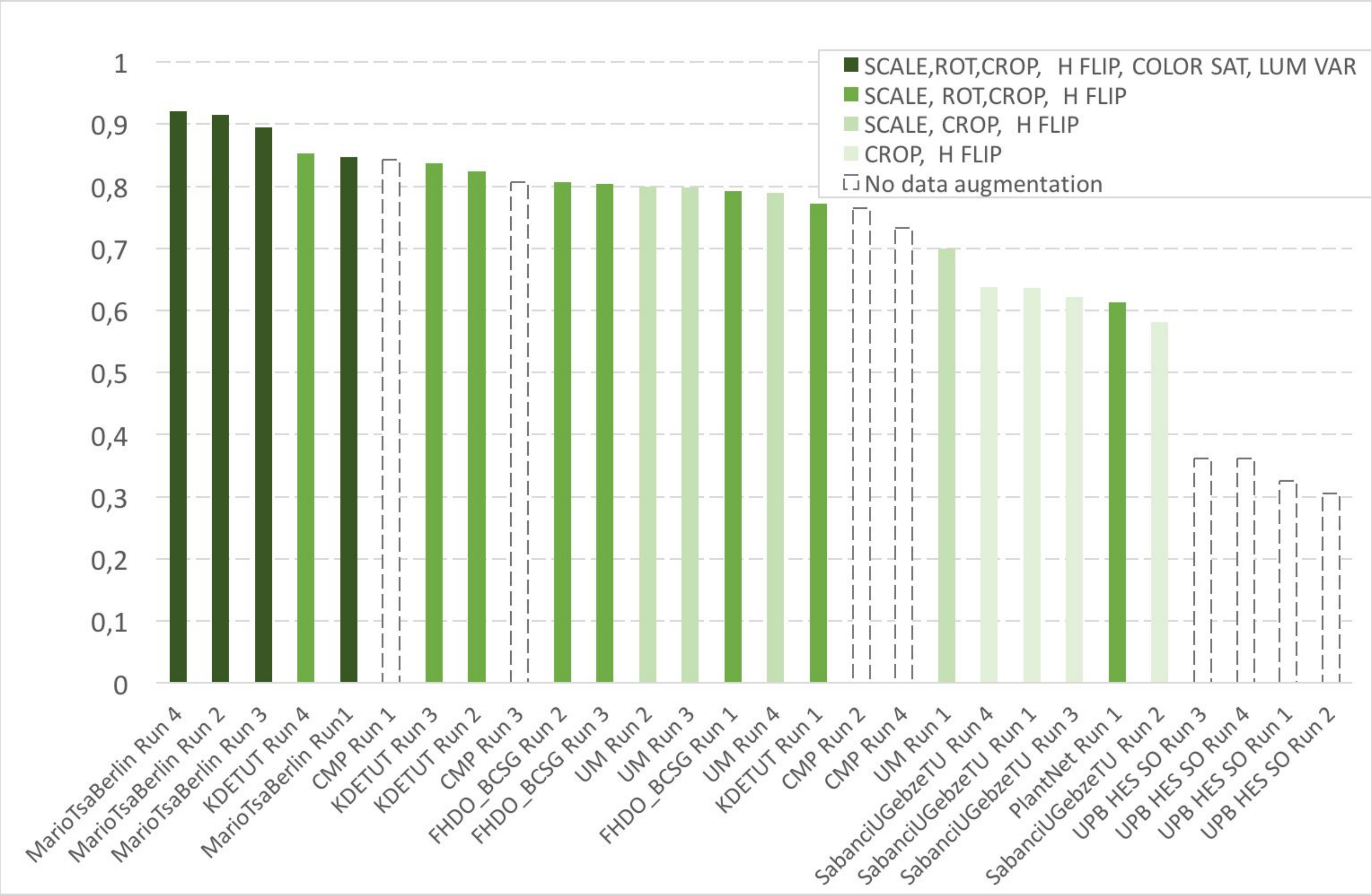
Fig. 5. Augmentation examples (MediaId 351199)

Fig. 6. Augmentation examples (MediaId 378991)

Fig. 7. Augmentation examples (MediaId 243459)

Succeeding strategies with CNN models: **data augmentation (on train)**

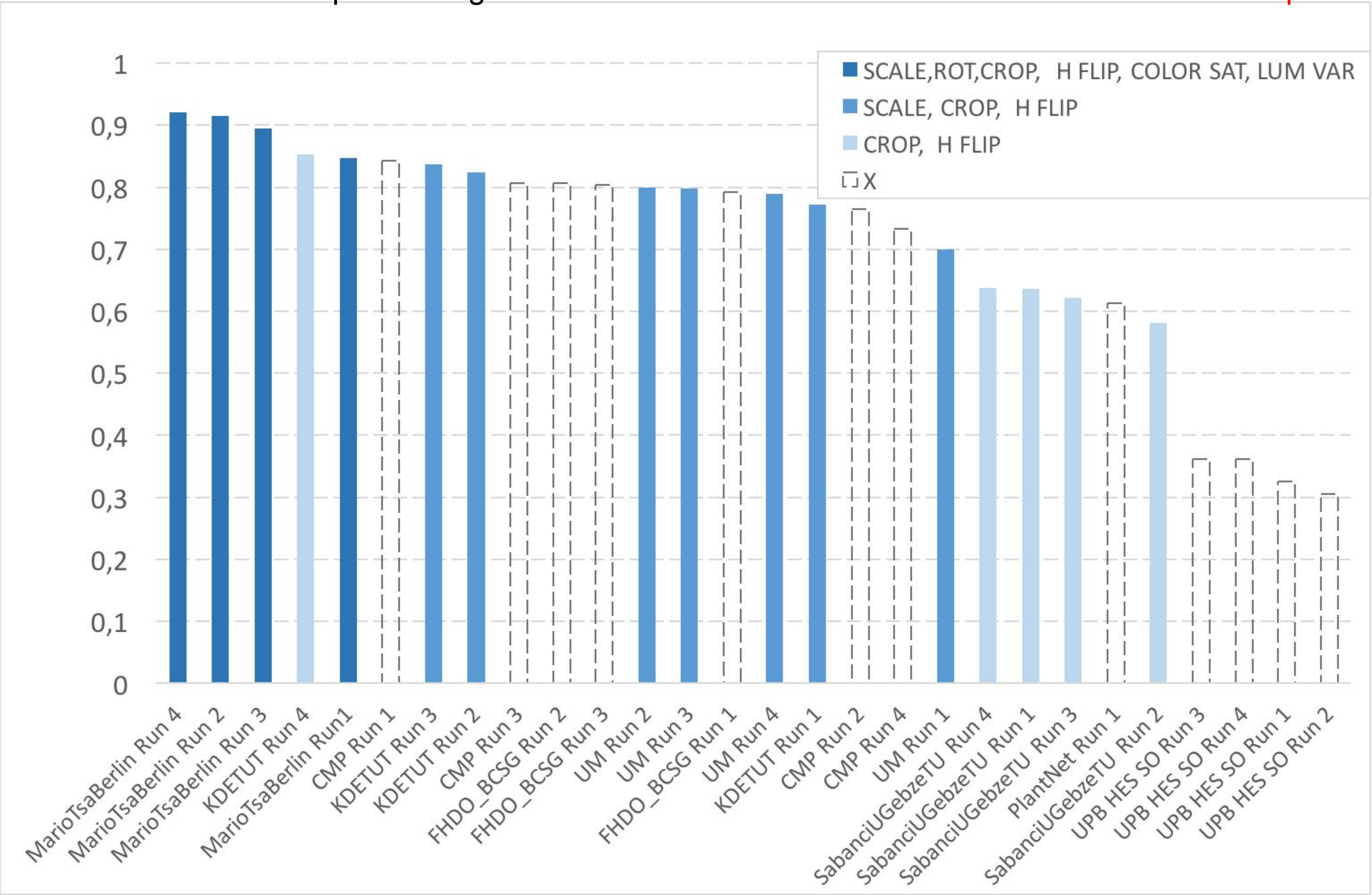
Mario TSA Berlin: more transformations (color saturation and lightness modifications)



Succeeding strategies with CNN models: **data augmentation (on test)**

Mario TSA Berlin Run 4:

1 observation = up to 5 images x 5 transformations x 12 ConvNets = 300 combined outputs

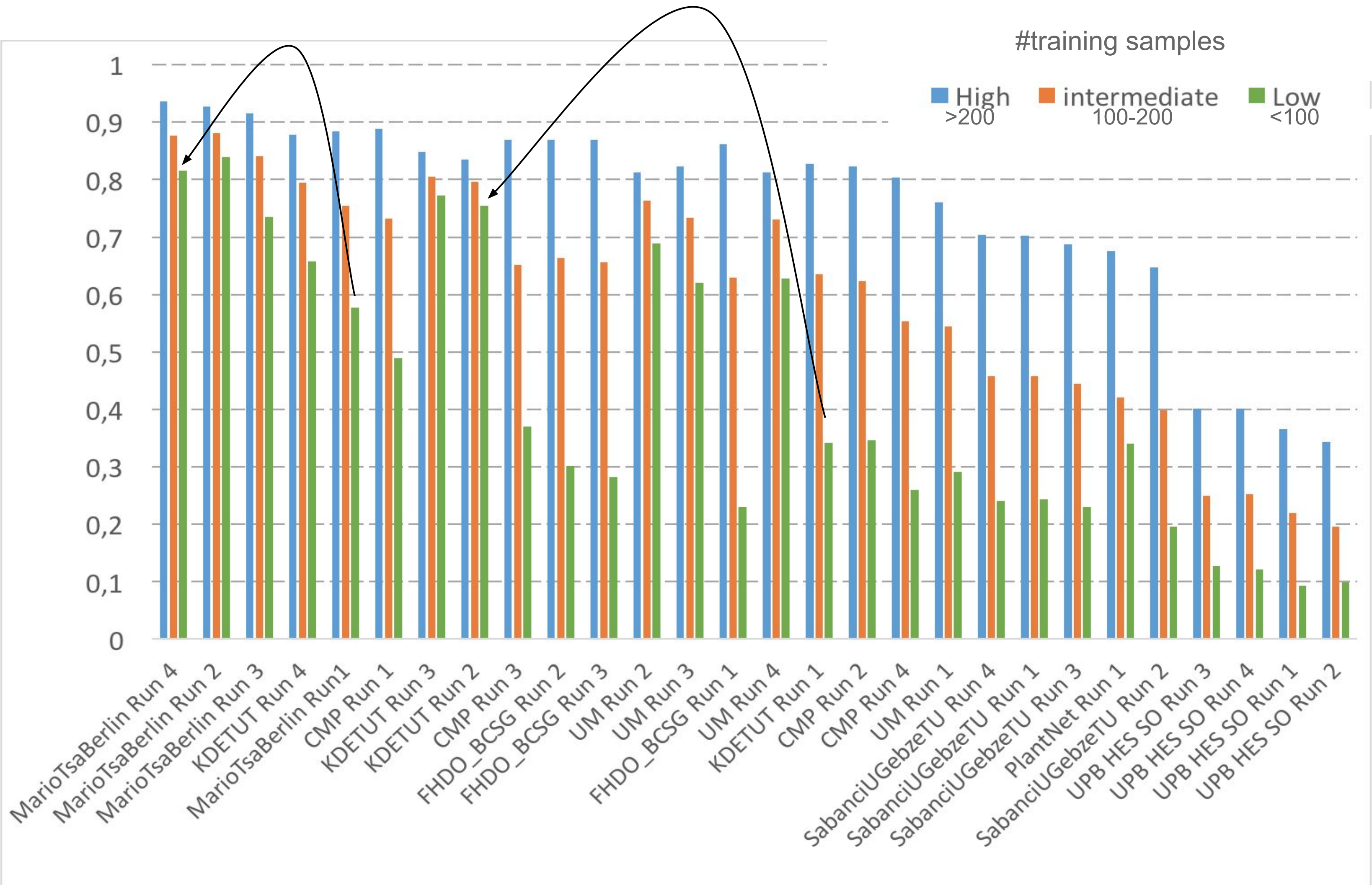


Complementary results

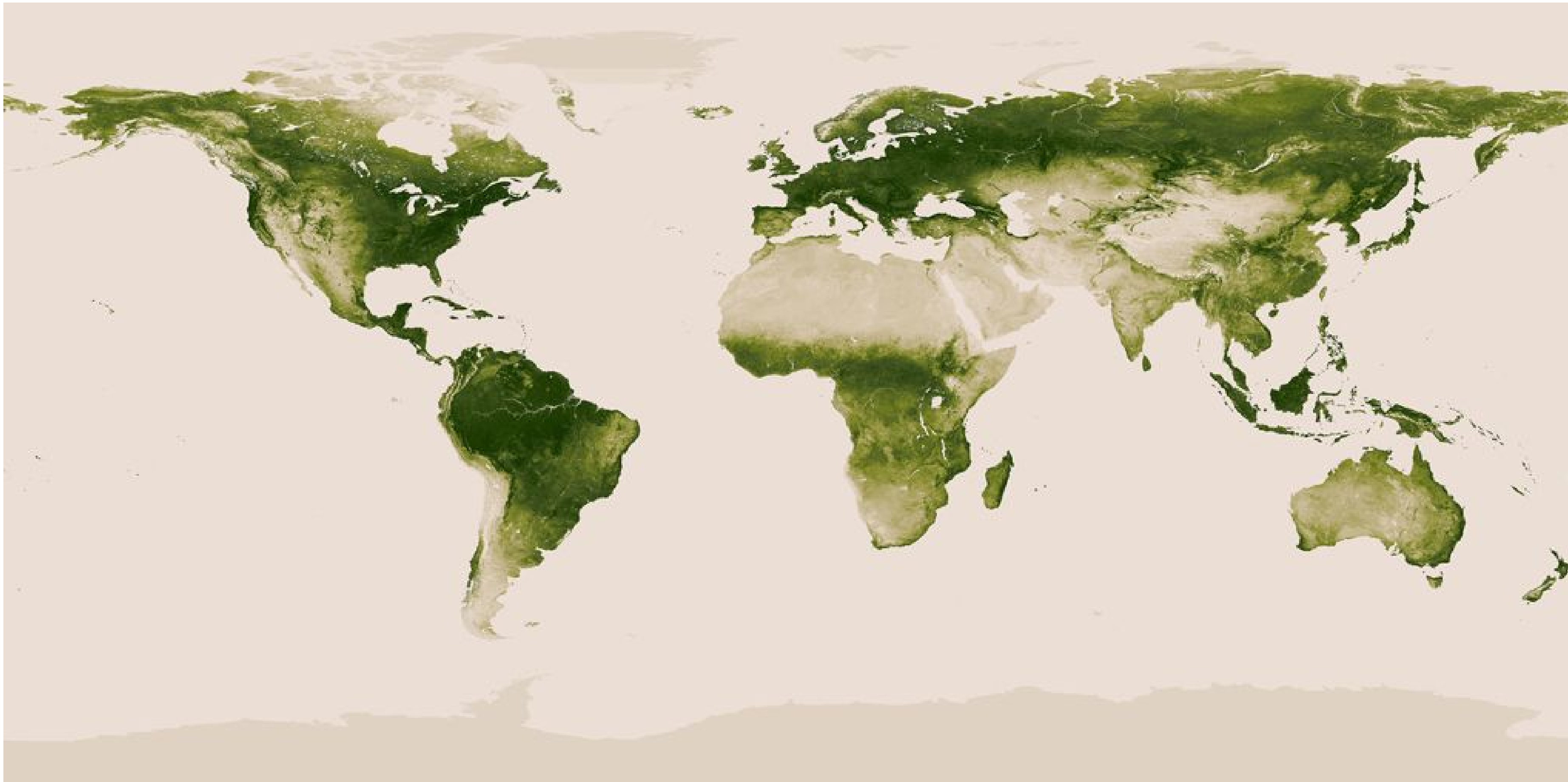
the best combinations of organs?

Results

Learning from noisy web data is more **biodiversity friendly**



Passage à l’échelle mondiale



Passage à l'échelle mondiale

Catégorisation fine à très large échelle > 300 000 espèces

- Collecte et exploitation massive de données (plusieurs millions d'observations)

Sciences participatives	biocollections	Crawler web	Taxonomie	Occurrences
Pl@ntNet	eoL Encyclopedia of Life		The Plant List	GBIF
iNaturalist.org	iDigBio Integrated Digitized Biocollections			

Octobre 2017: 7,5 Millions images sur 265 000 espèces

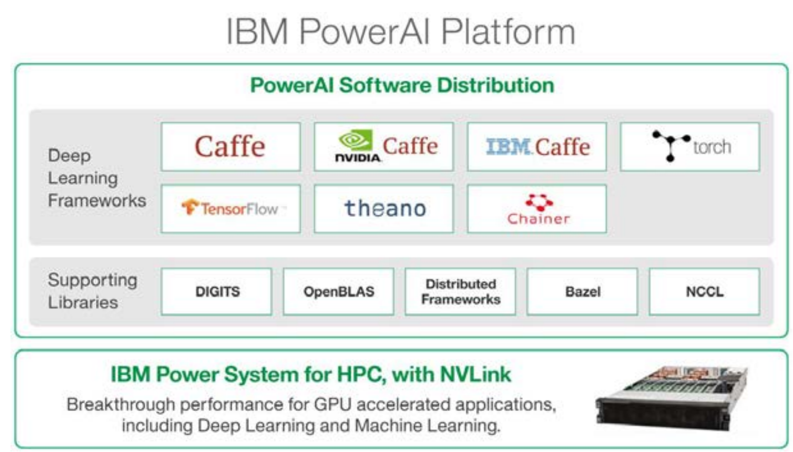
- Extension des capacités des ConvNets, apprentissage distribué et HPC

1Go le dernier FC layer pour une image, limite le parallélisme sur une seule carte, lenteur extrême

GENCI

cnrs dépasser les frontières

Investissement > 1M euros ?
48 GPUs 16 Go sur 12 serveurs IBM Minsky



Passage à l'échelle mondiale

Apprentissage distribué Multi-GPUs x Multi-Machines

comparaison : ImageNet 1000 classes 1,28M images "from scratch"

janvier 2016	juin 2017	août 2017	sept 2017
15 jours	***1 heure***	***50 min.***	***40 min.***
1 GPU 4Go	256 GPUs 16Go	256 GPUs 16Go	768 x 512 CPUs
	Caffe2, Facebook AI Research	Caffe, TensorFlow, IBM Research	SURF SARA, intel, Caffe

Accurate, Large Minibatch SGD: Training ImageNet in 1 Hour

Priya Goyal, Piotr Dollár, Ross Girshick, Pieter Noordhuis, Lukasz Wesolowski, Aapo Kyrola, Andrew Tulloch, Yangqing Jia, Kaiming He

Facebook

PowerAI DDL

Minsik Cho, Ulrich Finkler, Sameer Kumar, David Kung, Vaibhav Saxena, Dheeraj Sreedhar

IBM Research

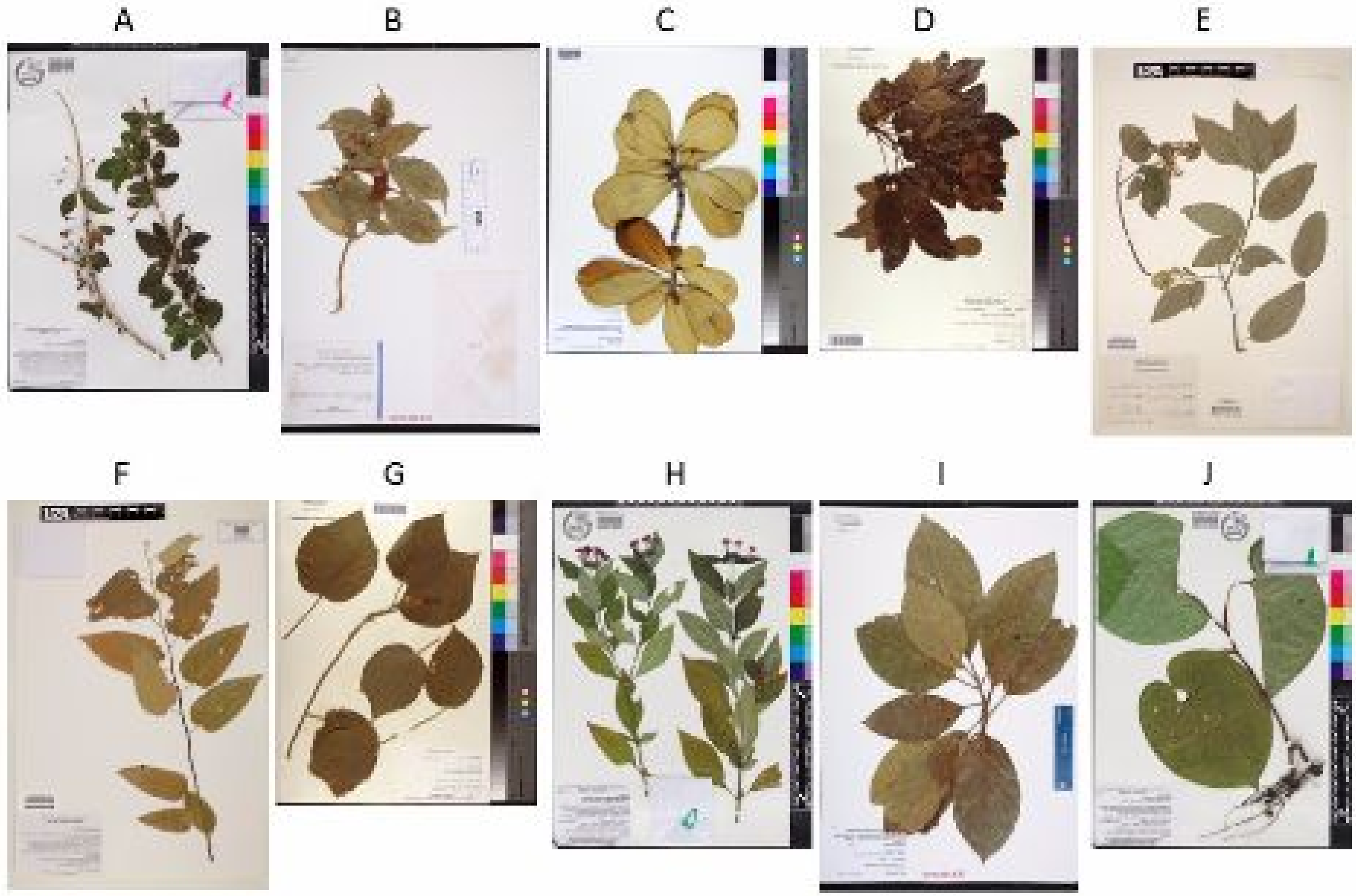
August 8, 2017

Achieving Deep Learning Training in less than 40 Minutes on ImageNet-1K & Best Accuracy and Training Time on ImageNet-22K & Places-365 with Scale-out Intel® Xeon®/Xeon Phi™ Architectures

Valeriu Codreanu, Ph.D., SURFsara
Damian Podareanu, SURFsara
Vikram Saletore, Ph.D., Intel Corp.

Retour d'expérience sur la plateforme Genci/CNRS 48 GPUs (accès pendant 2 mois):

- tensorflow (slim) MAL documenté pour la distribution
- DDL-Tensorflow NON documenté, lent au démarrage — DDL-Caffe?
- beaucoup de restrictions, fermé, pas de mise à jour de tensorflow et caffe

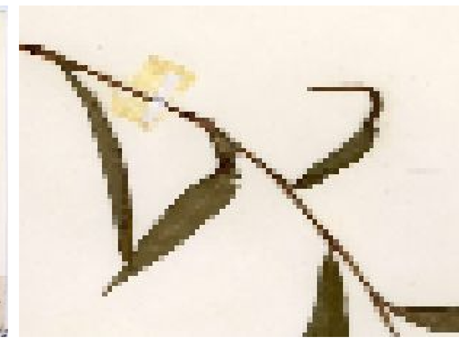

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J

Identification d'espèces dans les images d'herbiers

Premiers travaux exploitants les ConvNets

1000 espèces (idem PlantCLEF 2015)

Top1: 0,8 !



Evaluation de la capacité à transférer la connaissance visuelle:

- d'un herbier à l'autre, d'une flore à l'autre
  1000 sp. France -> 255 sp. Costa-Rica

	C-R	Via France
Top1	0,703	0,745

- d'un type d'image à l'autre?
  - Herbier -> scan de feuille
  - Herbier -> photos terrain

Résultats moins concluants, les écarts visuels sont trop importants

2 mois
impact élevé

nature

NATURE | NEWS

Artificial intelligence identifies plant species for science

Deep-learning methods successfully classify thousands of herbarium samples.

Heidi Ledford

11 August 2017

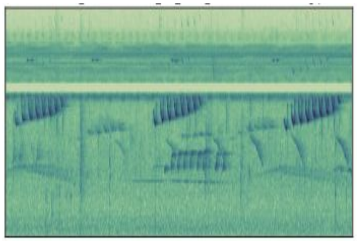
In the top 5% of all research outputs scored by Altmetric

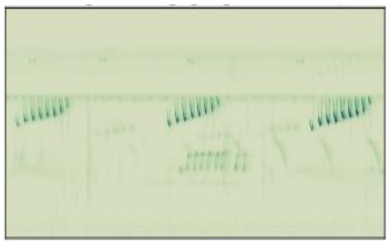
LifeCLEF Bird Identification Task 2017

The supremacy of deep learning

1 500 espèces centrée sur l'Amazonie
54 000 enregistrements sonores

Signal 1D -> spectrogrammes temps fréquence

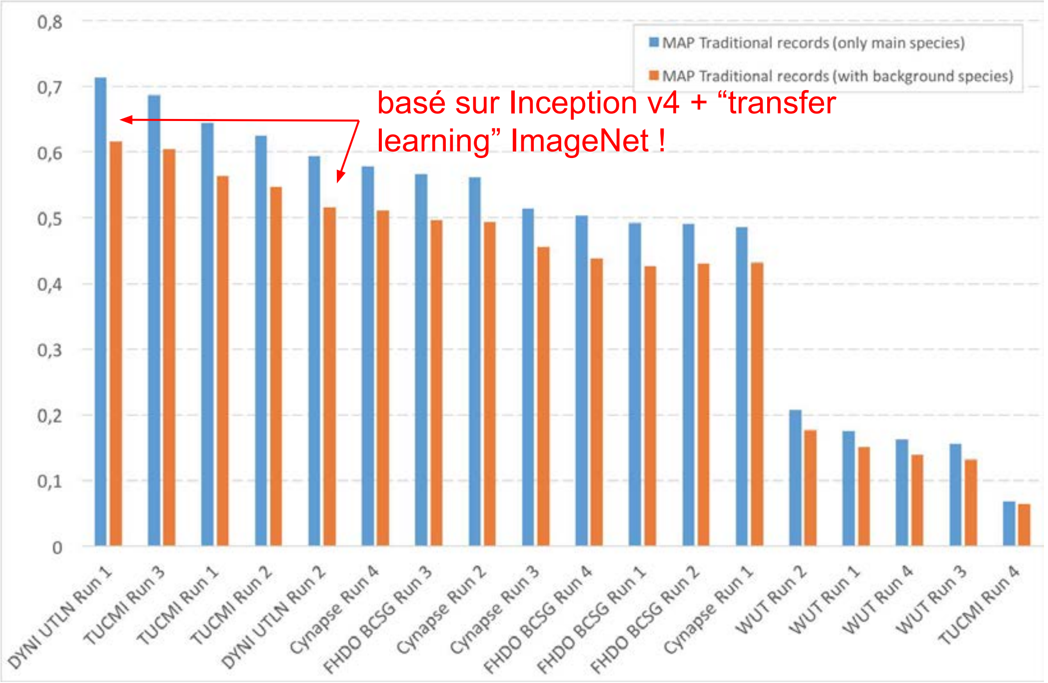




Data augmentation:

- Time shift
- Pitch shift
- Summing records of same species (multiple birds)
- Adding Noise (based one extracted noise segments)

Convergence : ConvNets état de l'art peuvent apprendre à partir de spectrogrammes



Conclusion

- Garder le contact avec l’état de l’art (ca va vite !)

- Il y aurait tant à explorer
  - maladie des plantes
  - identification d’adventices juveniles
  - autres règnes en interaction avec les plantes (oiseaux, insectes)
  - visualisation & construction de clé d’identifications
  - fusion de données hétérogènes

- Mais besoin de beaucoup de données d’apprentissage, de matériel, de réflexion et de temps

Merci !