

Projet de Data Science (Openclassrooms PJ7)

Réaliser des indexations automatiques d'images



10/2020



STANFORD

Dogs
dataset

François BOYER

L'enjeu

Réaliser un modèle capable de **prédire la race d'un chien** à partir d'une photo

Difficultés :

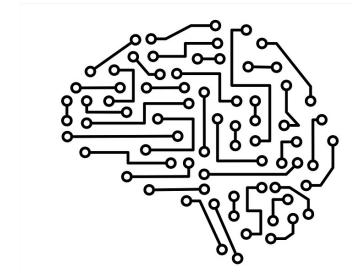
- 120 races différentes dont certaines se ressemblent beaucoup
- Forte variation intra classe des images: âge, pose, couleur, présence d'humains sur les photos et présence d'un décor de fond

1ère approche Machine learning classique



Algo. d'extraction de features
et classifieur

2ème approche Deep learning



Réseau neuronal artificiel

Première partie du projet

Approche machine learning classique

Démarche suivie



Formulation de l' objectif

Implémentation d'extraction SIFT avec clustering

Classifieur – 2 classes + tuning

Classifieur – 20 classes + tuning

Formulation de l'objectif



Approche supervisée

Multi classes (120 races dans le dataset)

1 classe par image

On mesurera les scores
de **precision** et de **rappel** micro

Implémentation d'extraction SIFT avec clustering (implémentation OpenCV)

<https://www.kaggle.com/franoisboyer/openclassrooms-pj7-modelisation>

<https://www.kaggle.com/franoisboyer/openclassrooms-pj7-modelisation-part-2>

Extraction des keypoints

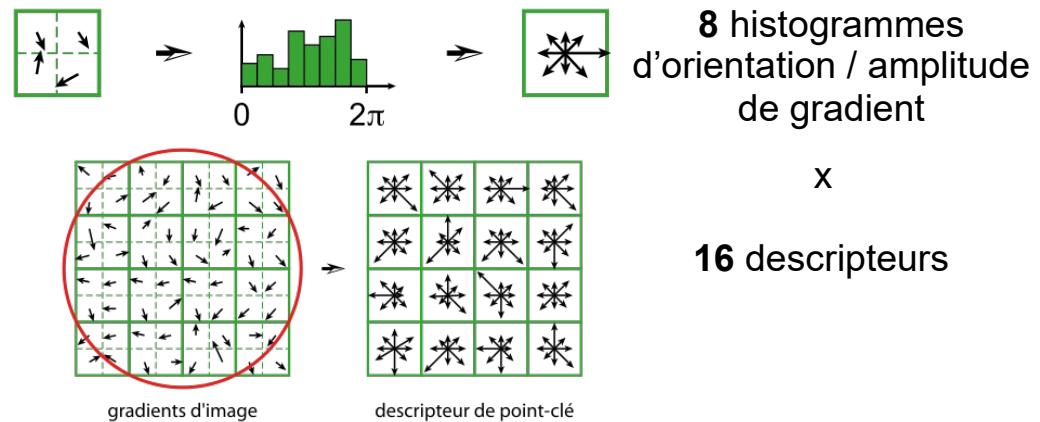
Extraction des keypoints
de chaque image



Conservation des P keypoints les
plus importants



Calcul des descripteurs



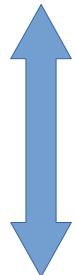
Pour chaque point clé :
calcul de $16 \times 8 = \mathbf{128}$ descripteurs SIFT

Matrice des descripteurs

N : nombre d'images = Nombre de chiens par classe \times Nombre de classes

P : nombre de keypoints par image

$N \times P$

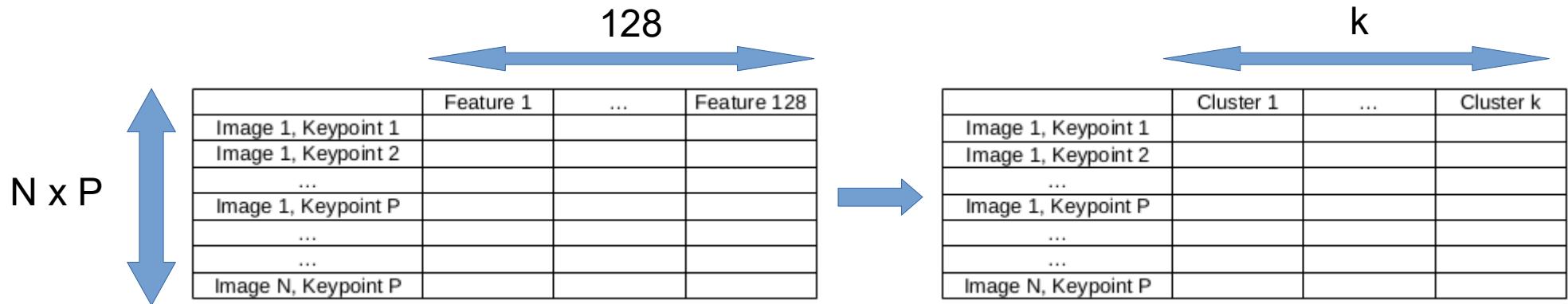


	Feature 1	...	Feature 128
Image 1, Keypoint 1			
Image 1, Keypoint 2			
...			
Image 1, Keypoint P			
...			
...			
Image N, Keypoint P			

Clustering de la matrice des descripteurs

N : nombre d'images = Nombre de chiens par classe \times Nombre de classes

P : nombre de keypoints par image

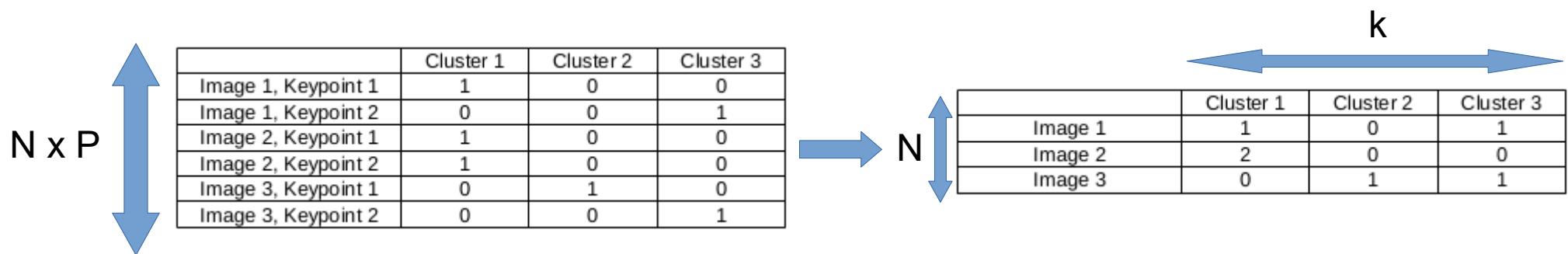


Agrégation de la matrice des descripteurs

N nombre d'images = 3

P nombre de keypoints = 2

k nombre de clusters = 3

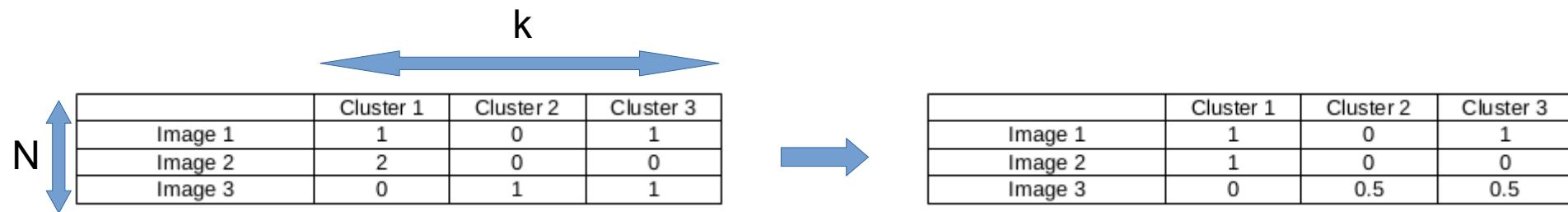


Normalisation de la matrice des descripteurs

N nombre d'images = 3

P nombre de keypoints = 2

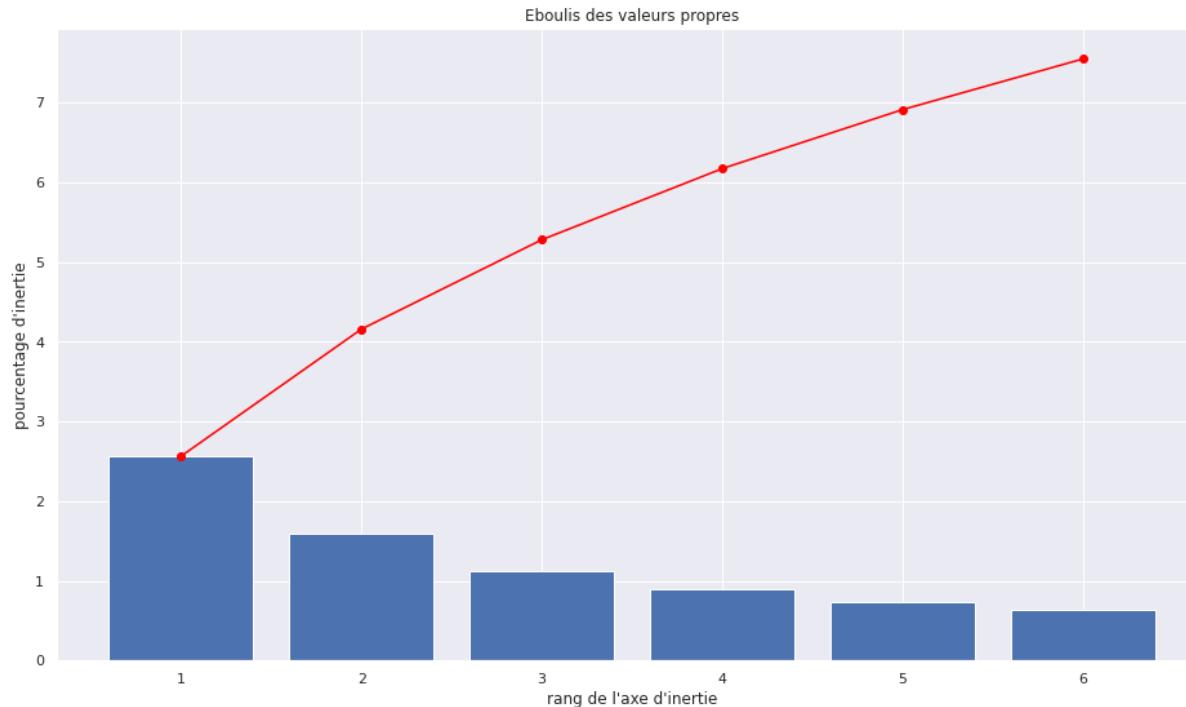
k nombre de clusters = 3



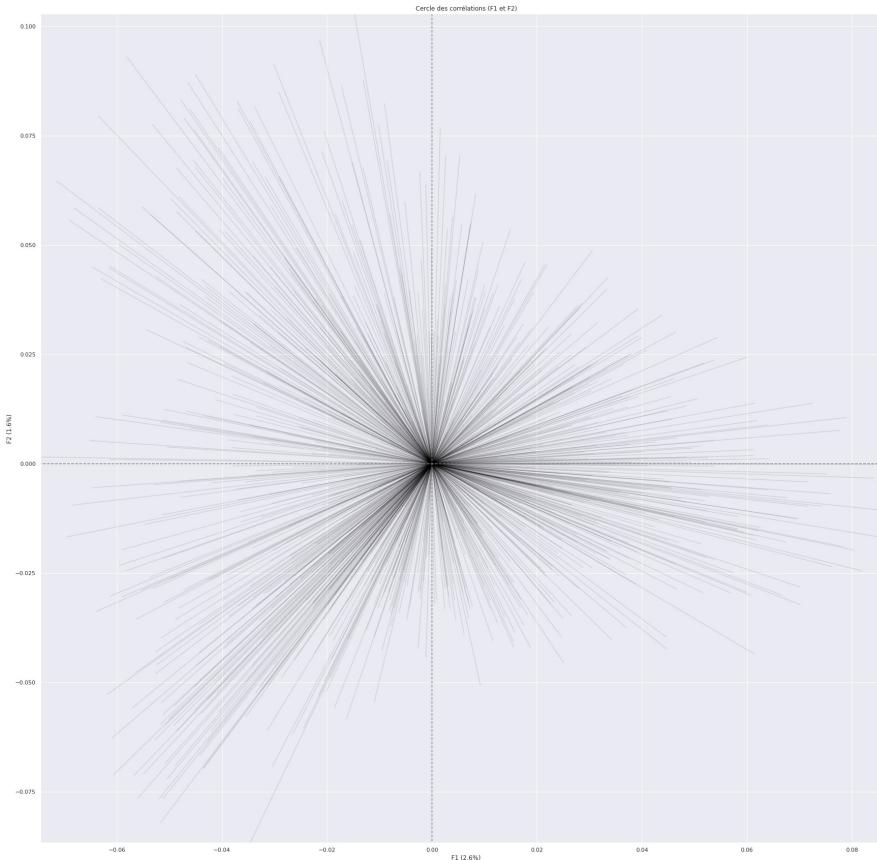
Cette matrice servira d'entrée
au classifieur

Analyse en composantes principales

Réduction de dimension avec PCA

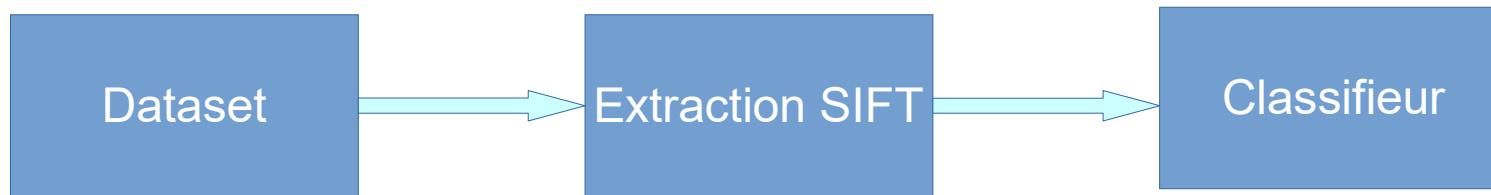


Cercle des corrélations



Implémentation d'un modèle de classification :

Extractions SIFT + classifieur



Choix à faire :

Nombre de classes
Nombre de chiens / classe

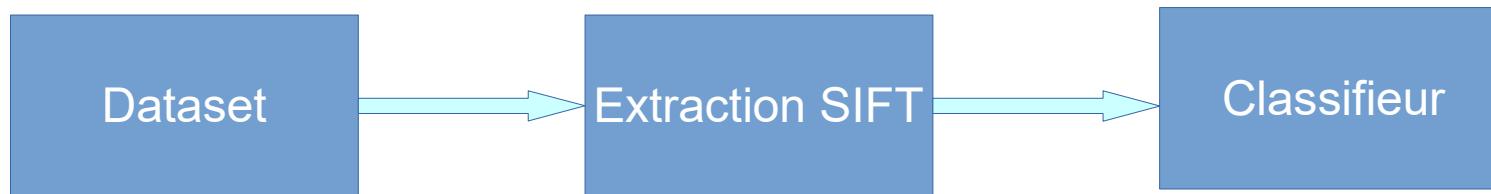
Choix à faire :

Nombre de KP / image
Nombre de clusters

Choix à faire :

Decision Tree
Random Forest

1ère itération



2 classes
100 chiens / classe

200 KP / image
100 clusters

Decision Tree
Random Forest

Precision micro et recall micro :
⇒ training set : 1
⇒ test set : 0.45 (avec DecisionTree classifier)
0.55 (avec Random Forest après GridSearch)

max_depth=10, max_features=20, max_leaf_nodes=50,
n_estimators=100



Les résultats ne sont pas meilleurs qu'un classifieur random (0.5)

2ème itération

En jaune ce qui a changé par rapport à l'itération précédente



2 classes
100 chiens / classe

200 KP / image
1000 clusters

Decision Tree
Random Forest

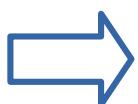
Precision micro et recall micro :

⇒ training set : 1

⇒ test set : **0.75** (avec DecisionTree classifier)

0.75 (avec Random Forest)

`max_depth=10, max_features=20, max_leaf_nodes=50,
n_estimators=100`



Les résultats sont meilleurs

3ème itération

En jaune ce qui a changé par rapport à l'itération précédente



20 classes
100 chiens / classe

200 KP / image
1000 clusters

Decision Tree
Random Forest

Precision micro et recall micro :

⇒ training set : 0.99

⇒ test set : **0.03** (avec DecisionTree classifier)

0.125 (avec Random Forest après GridSearch)

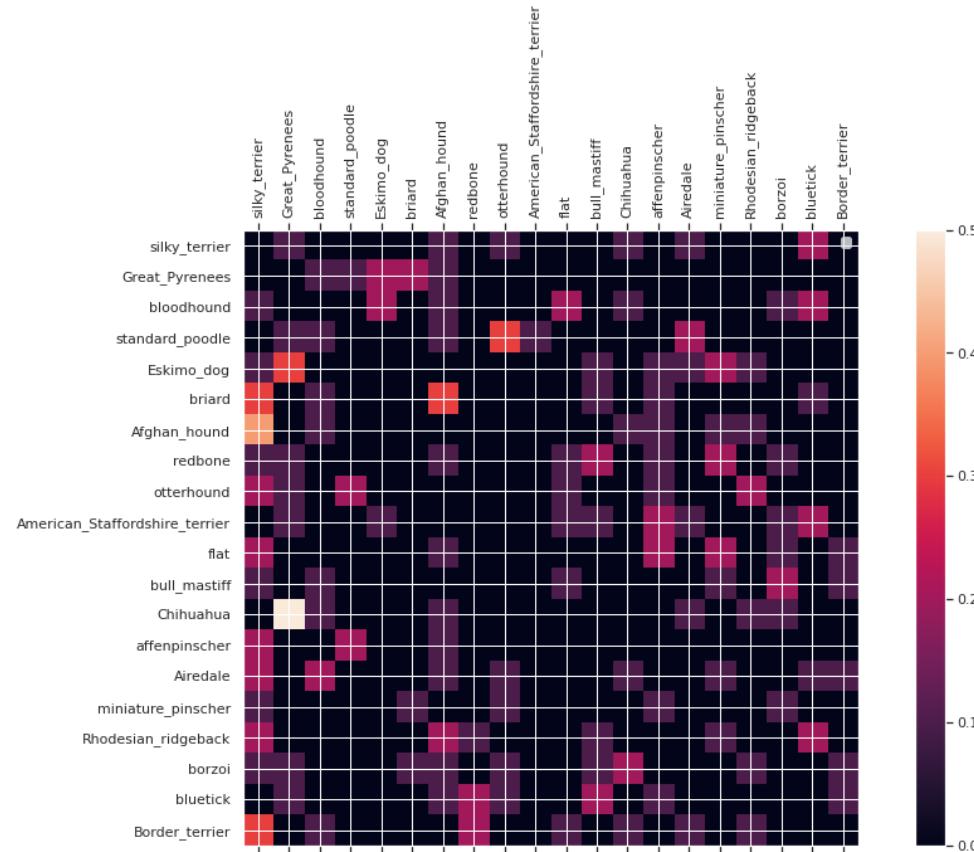
max_depth=100, max_features=20,
max_leaf_nodes=50, n_estimators=5000

⇒ random : **0,045**

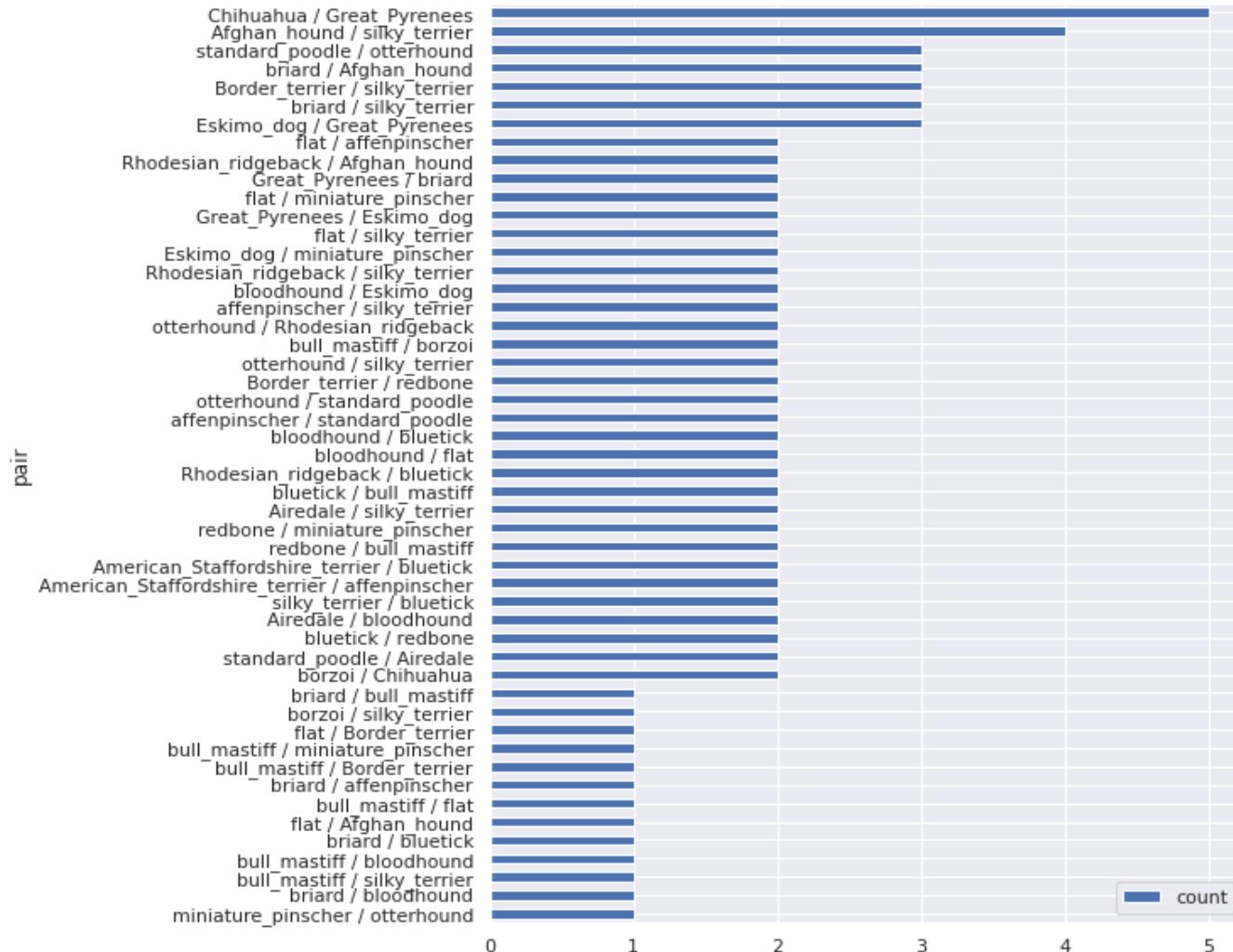
→ Les résultats sont 3 fois mieux qu'avec des features random

Analyse des erreurs du modèle

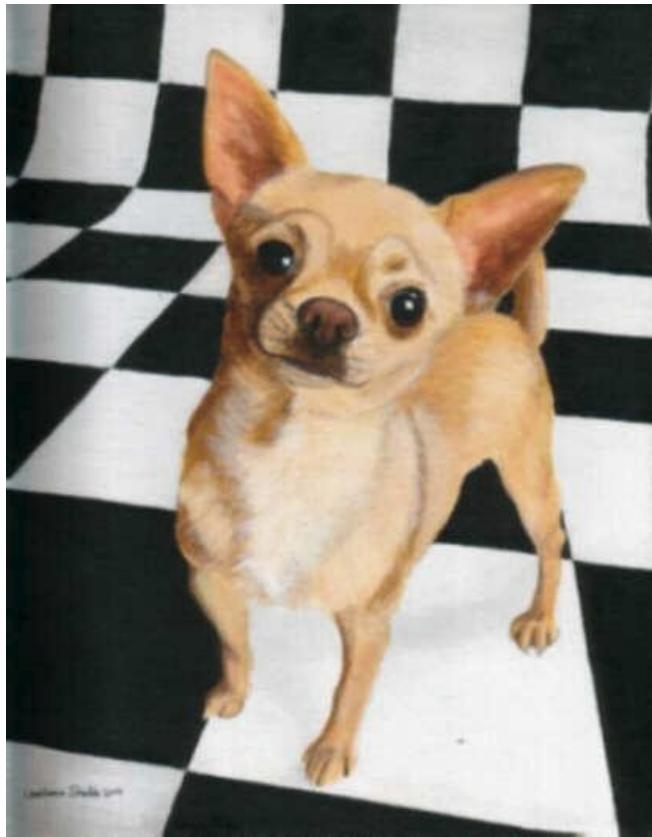
Matrice de confusion



Top misclassified pairs



Chihuahua



Great Pyrenees



Afghan hound



Silky Terrier



Standard poodle



Otterhound

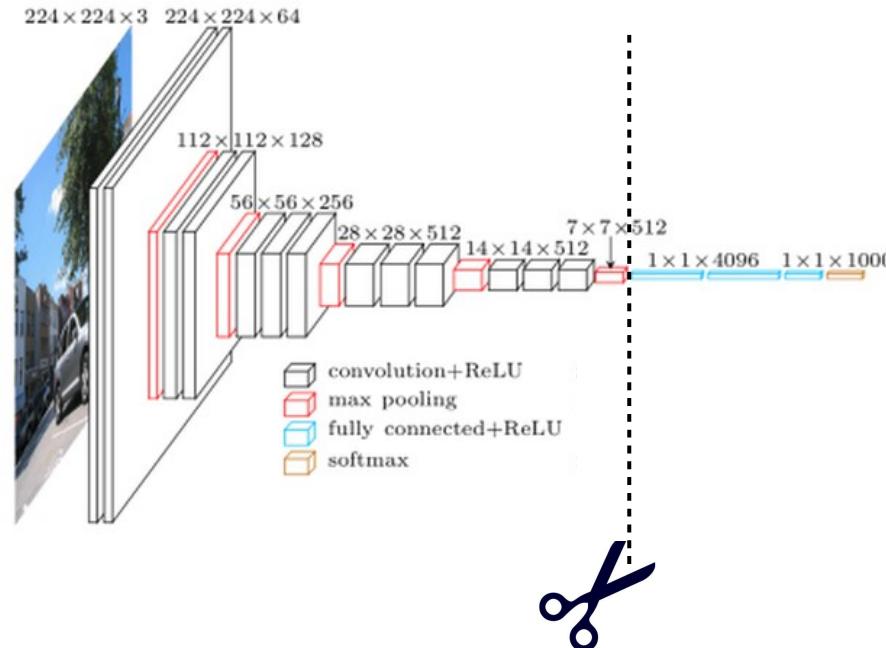


Deuxième partie du projet
Approche deep learning

Démarche suivie : CNN + transfer learning

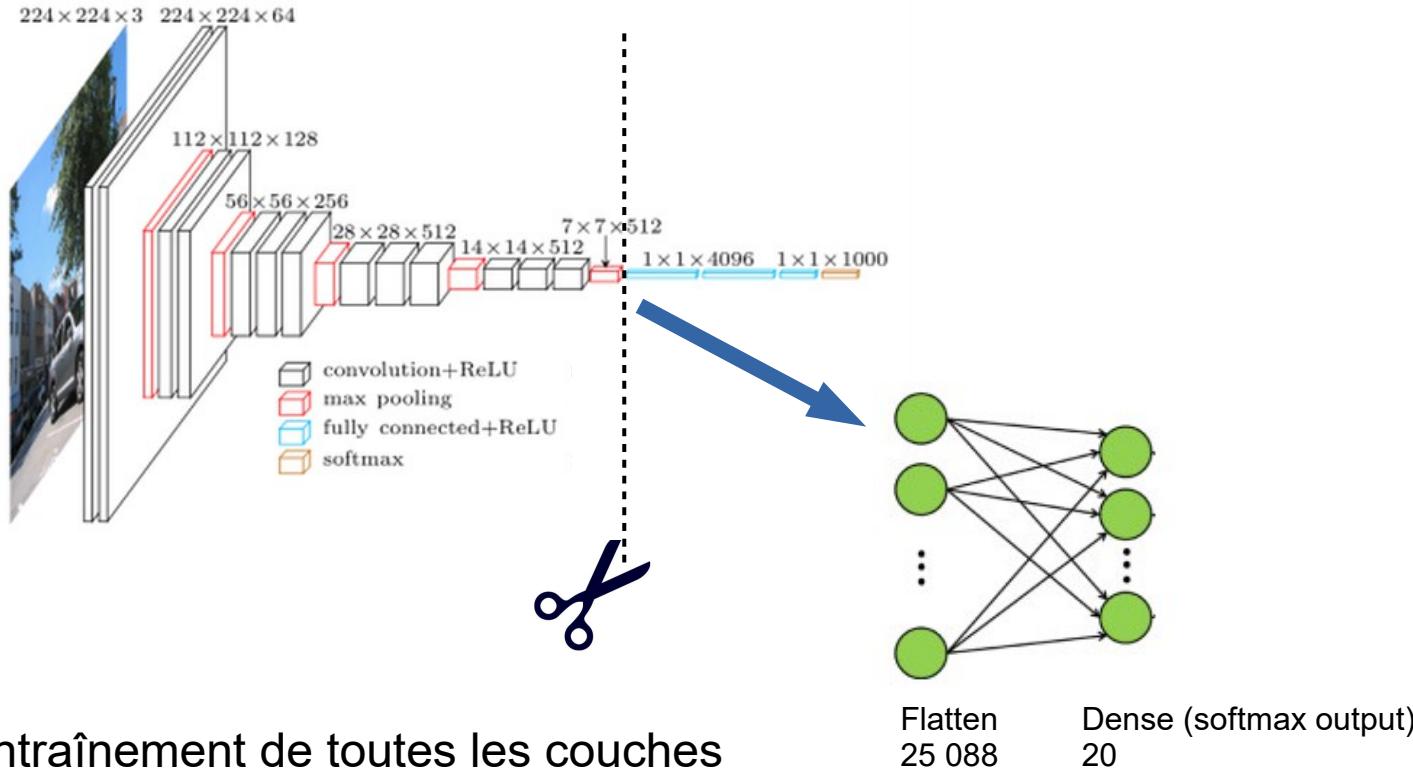
Utilisation de la technique de transfer learning : partir d'un réseau déjà pré-entraîné, et effectuer des ajustements pour l'adapter à notre problématique

⇒ Exemple ici en partant du réseau convolutif VGG16 :



Etape 1 : avec 20 classes, transfer learning de VGG16

<https://www.kaggle.com/franoisboyer/openclassrooms-pj7-modelisation-part-3>



Suite de l'étape 1 ⇒ Pre processing

Resizing des images 224 x 224 (pour compatibilité avec réseau VGG16)

- Normalisation : soustraire la moyenne des valeurs de chaque canal R, G, B sur Imagenet



Suite de l'étape 1 \Rightarrow Hyper paramètres et métrique

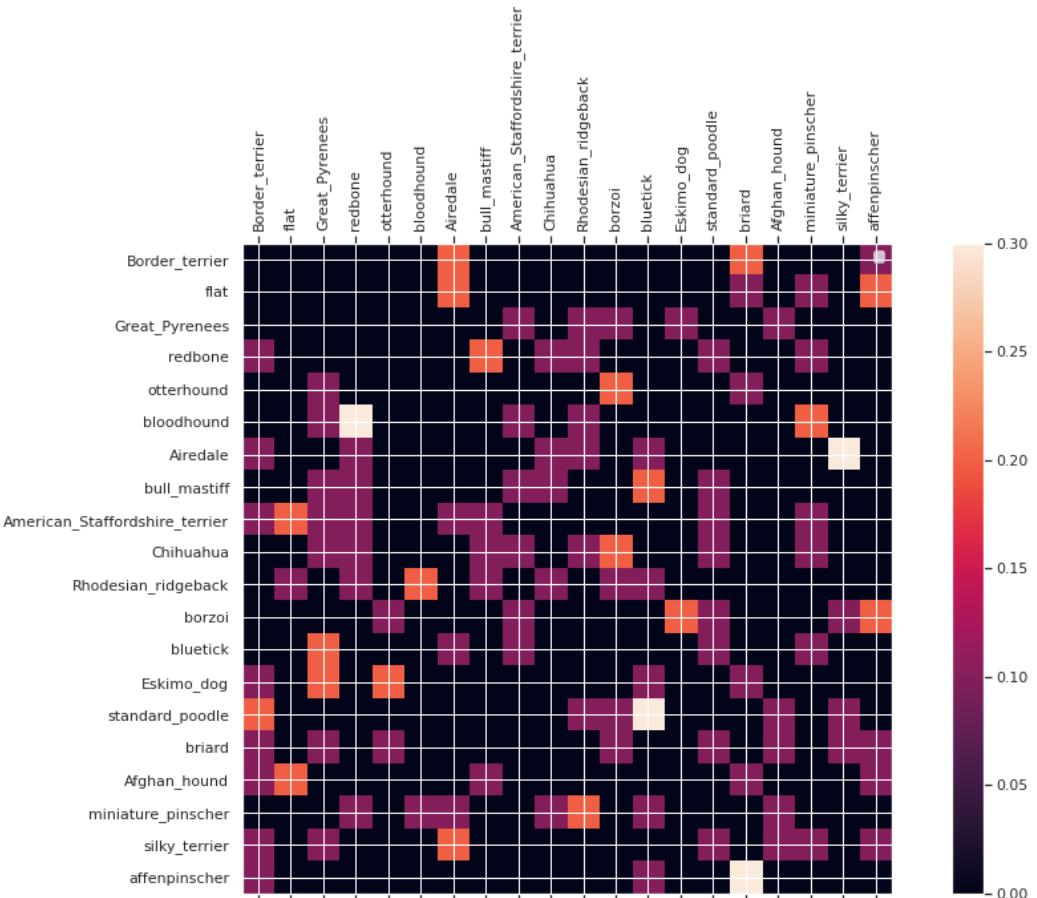
- Hyper paramètres :
 - Optimiser : Stochastic Gradient Descent
 - Learning rate : 0.0001
 - Momentum : 0.9
 - Fonction de coût : categorical cross entropy
- Métrique : accuracy

Suite de l'étape 1 ⇒ Résultats

- Accuracy sur test set : **0.29**



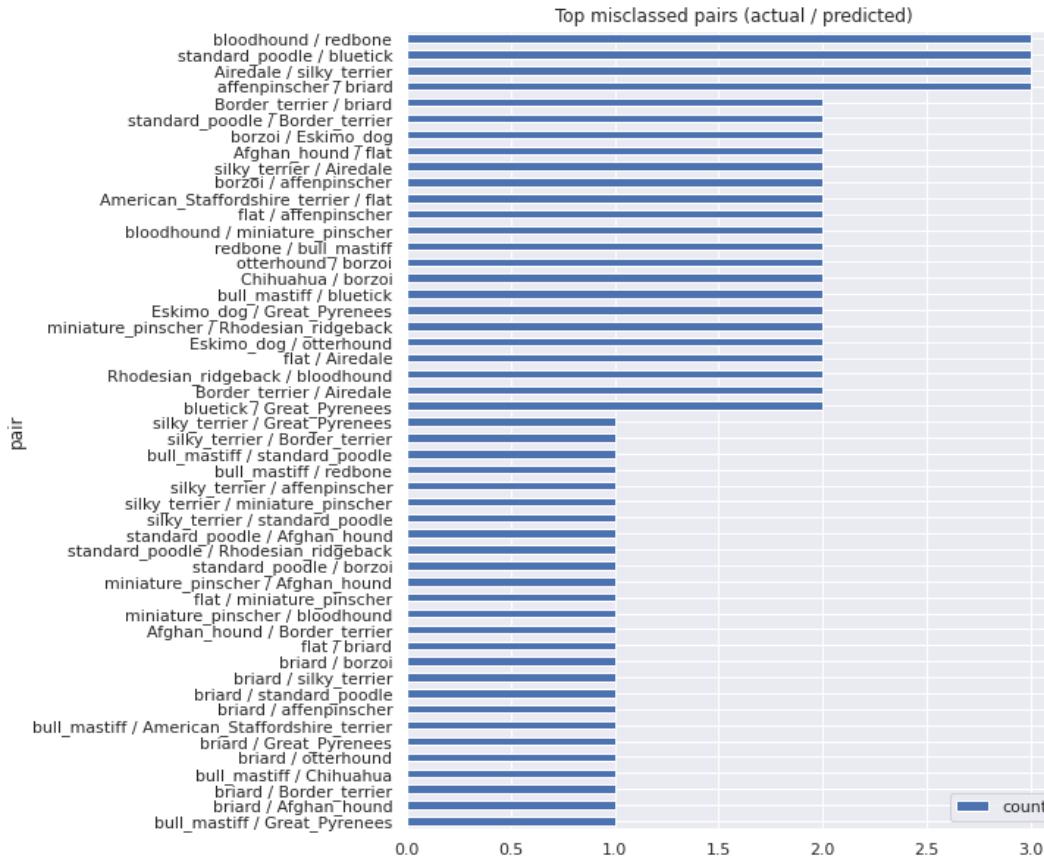
Suite de l'étape 1 \Rightarrow Résultats



Matrice de confusion

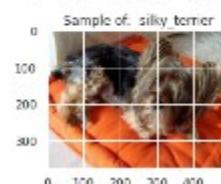
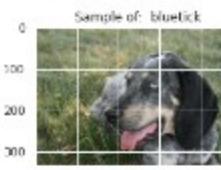
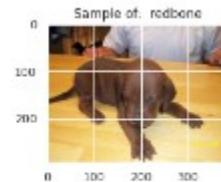
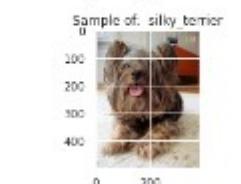
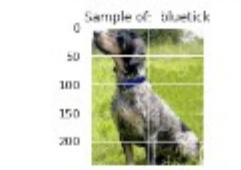
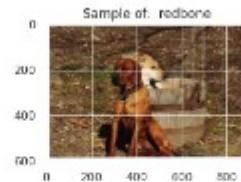
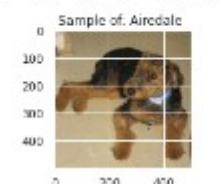
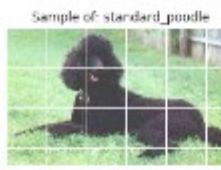
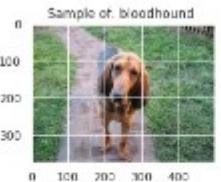
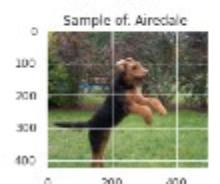
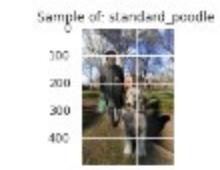
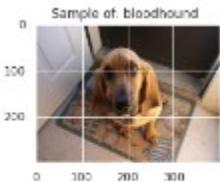
(La diagonale a été mise en noir pour mettre l'accent sur la visualisation des erreurs)

Suite de l'étape 1 ⇒ Résultats



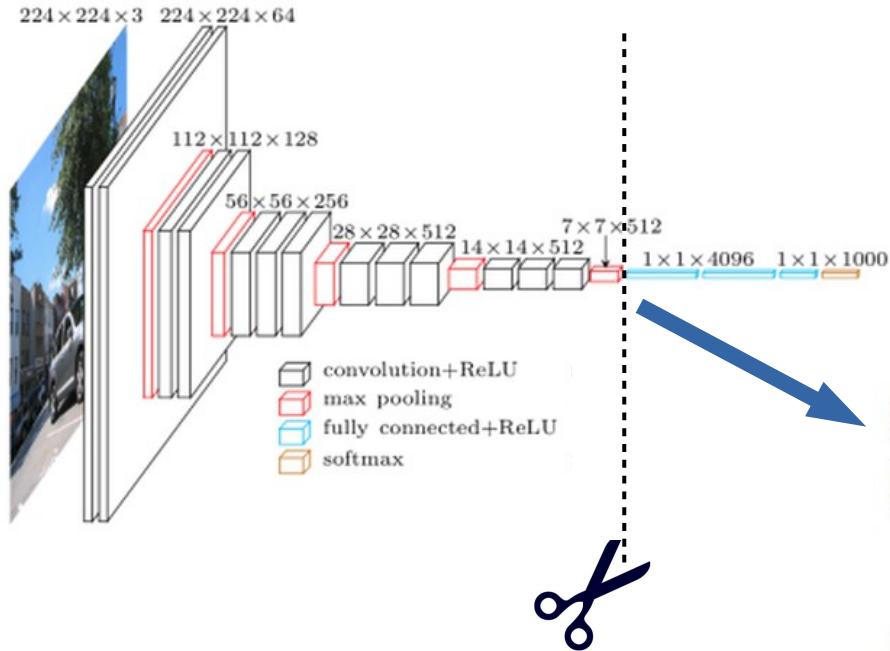
Top misclassified pairs

Suite de l'étape 1 ⇒ Exemples de classes confondues



Etape 2 : 120 classes, transfer learning de VGG16

<https://www.kaggle.com/franoisboyer/openclassrooms-pj7-modelisation-part-5>



Ré-entraînement

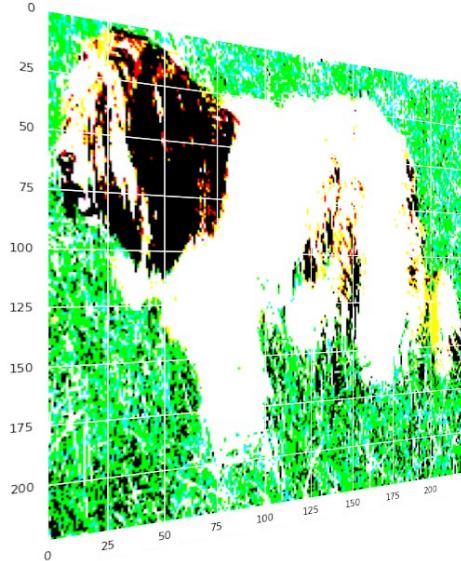
**Uniquement des 5 dernières couches
(incluant les 2 couches custom)**

Flatten 25 088 Dense (softmax output) 120

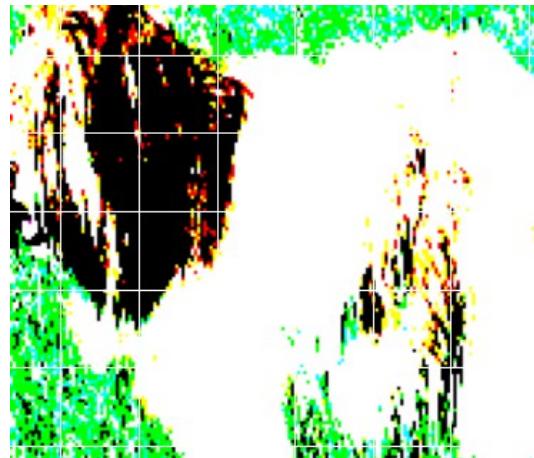
Suite de l'étape 2 ⇒ Pre processing

- Resizing des images 224 x 224 et normalisation comme pour l'étape 1
- Centrage des images (crop) sur les coordonnées de chaque chien
- Data augmentation :

Shear



Zoom



Horizontal
Flip



Brightness

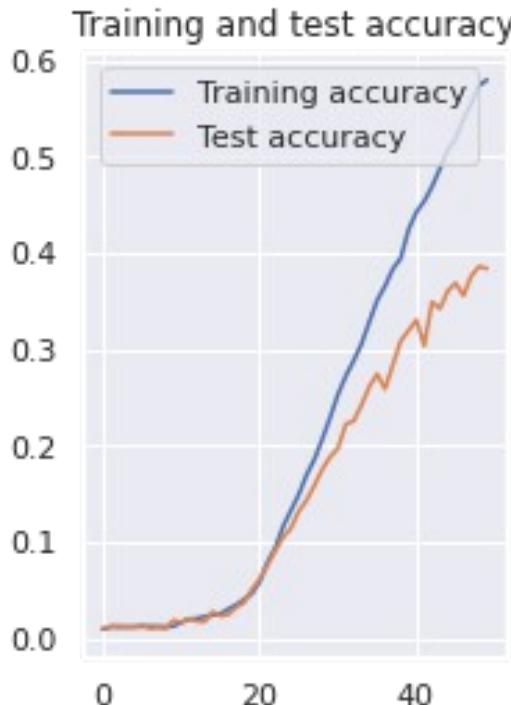


Suite de l'étape 2 \Rightarrow Hyper paramètres et métrique

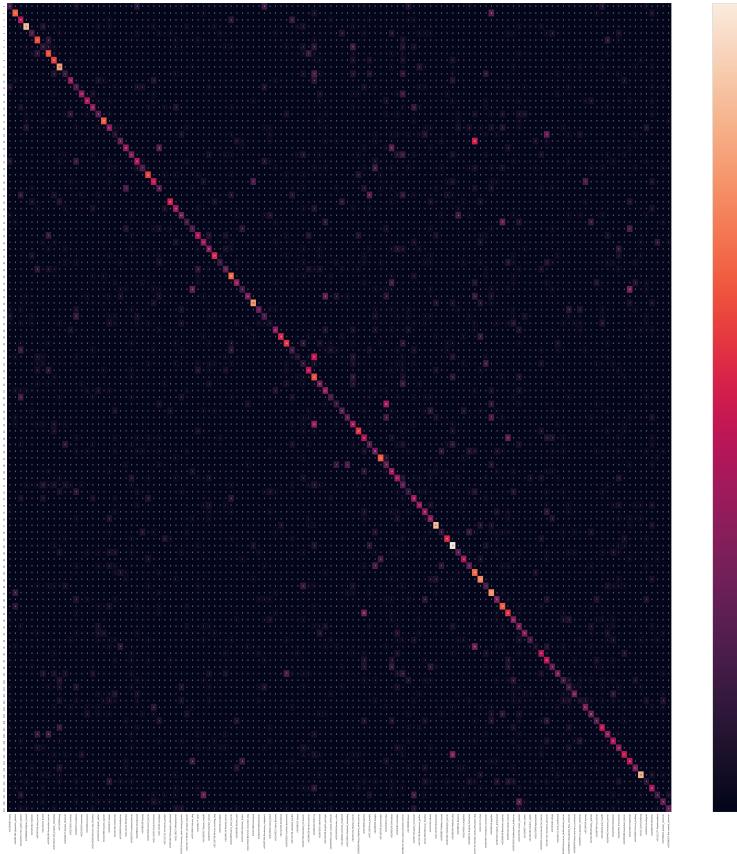
On a utilisé les mêmes hyper paramètres qu'à l'étape 1

Suite de l'étape 2 ⇒ Performance

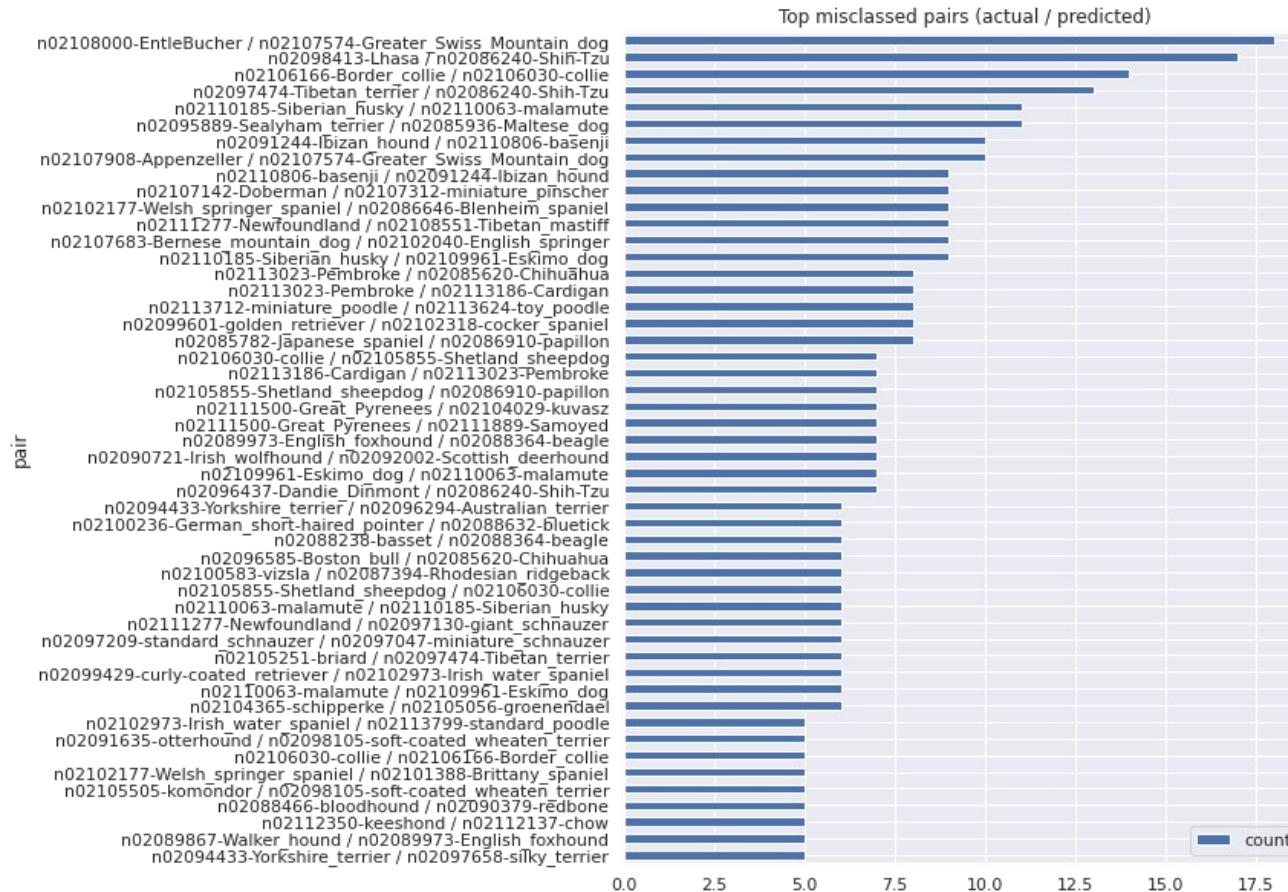
- Accuracy sur test set : **0.38**



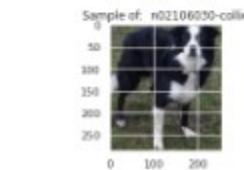
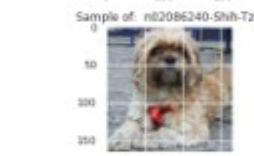
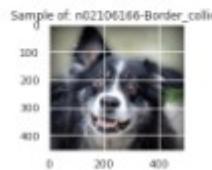
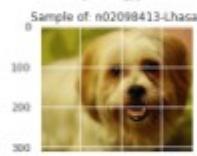
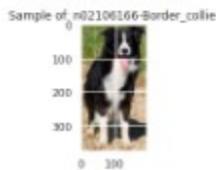
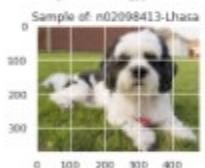
Suite de l'étape 2 \Rightarrow Matrice de confusion



Suite de l'étape 2 ⇒ Top misclassified pairs

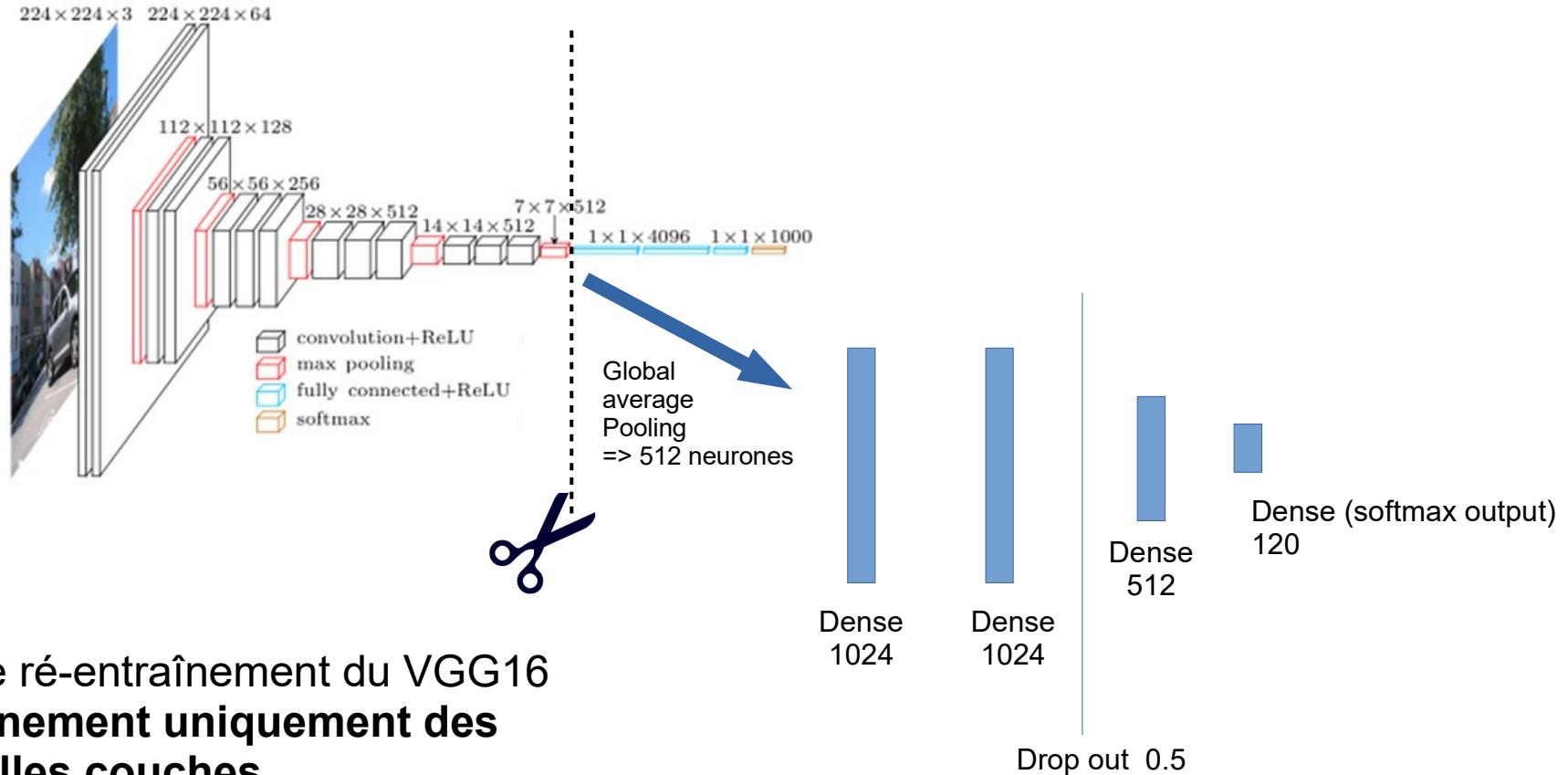


Suite de l'étape 2 ⇒ Exemples de top class mismatch



Etape 3 : avec des couches de classification + complexes

<https://www.kaggle.com/franoisboyer/openclassrooms-pj7-modelisation-part-6?scriptVersionId=43569295>



Suite de l'étape 3 ⇒ Pre processing

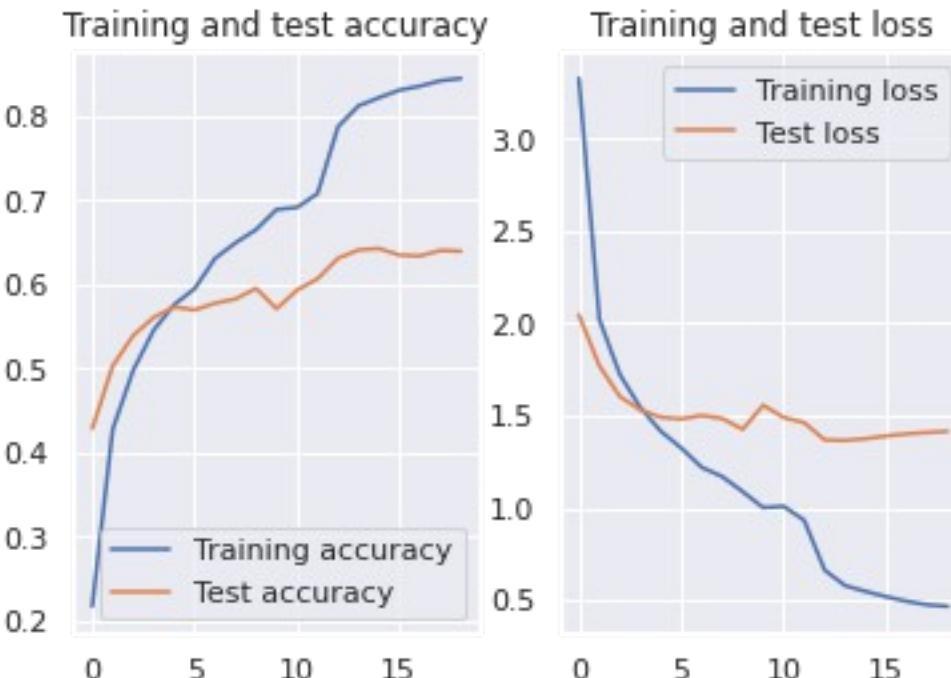
- Resizing des images 224 x 224, normalisation, et data augmentation comme pour l'étape 2 (shear, zoom, horizontal flip, brightness)

Suite de l'étape 3 \Rightarrow Hyper paramètres

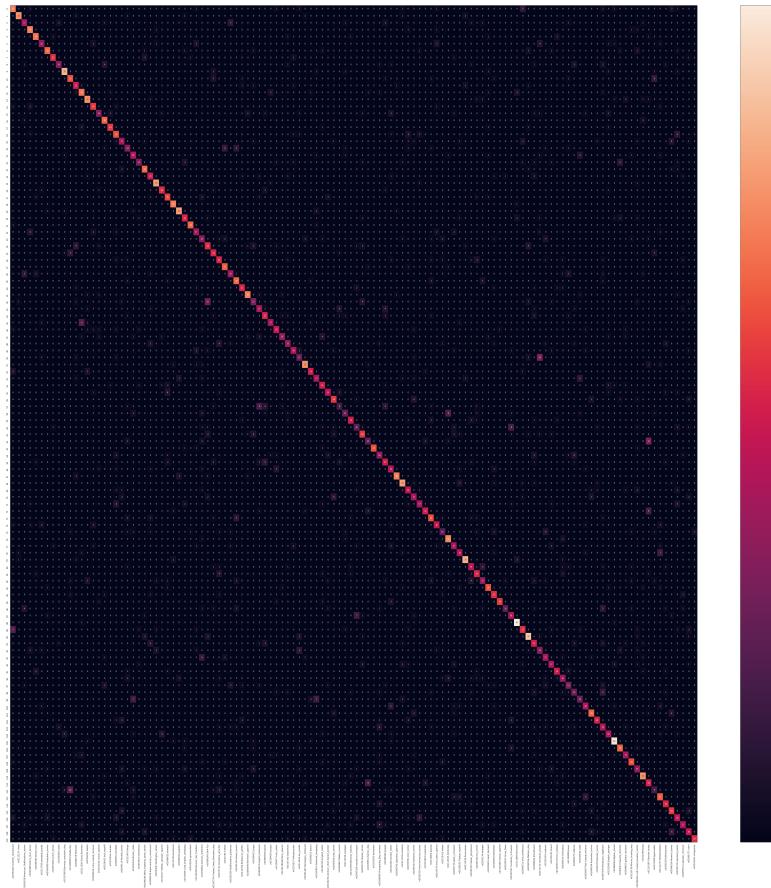
- Optimiser : Adam (= Adaptive Moment estimation)
 - Il s'agit d'une optimisation de la descente de gradient stochastique, qui conduit à une adaptation automatique de la learning rate en tenant compte de la moyenne des gradients des itérations précédentes
- Implémentation d'un early stopping (patience 5)
- Implémentation de Reduce LR On Plateau (factor 0.1, patience 3)

Suite de l'étape 3 ⇒ Performance

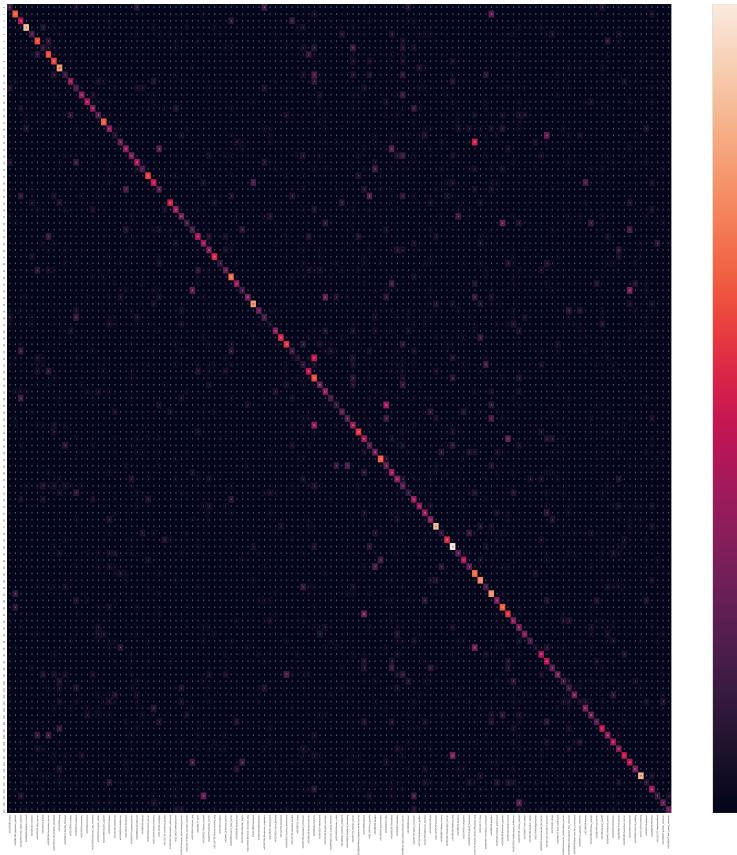
- Accuracy sur test set : **0.64**



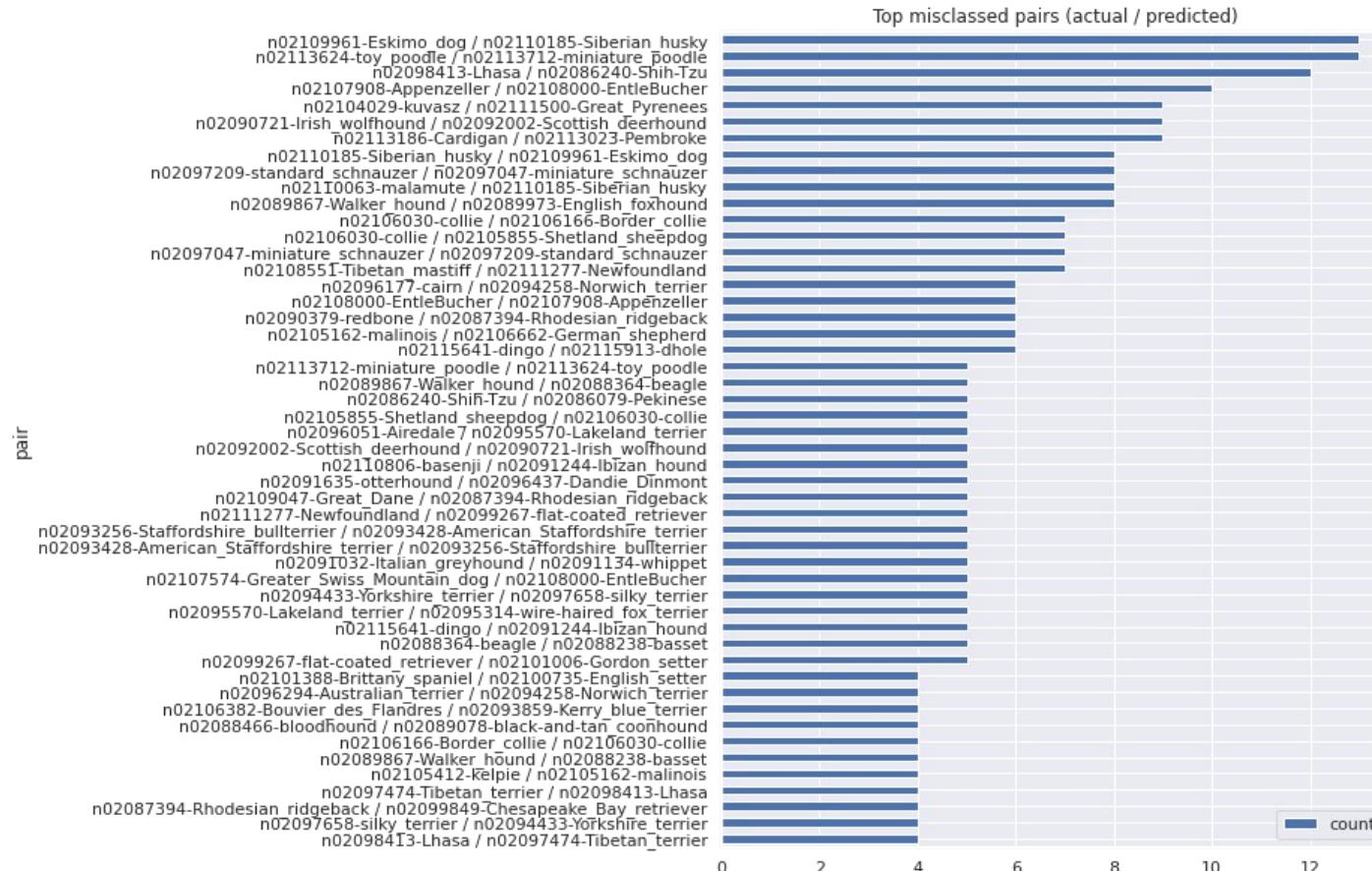
Suite de l'étape 3 \Rightarrow Matrice de confusion



Suite de l'étape 3 \Rightarrow Matrice de confusion

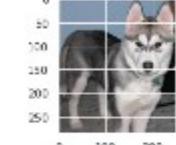


Suite de l'étape 3 ⇒ Top misclassified pairs



Suite de l'étape 3 ⇒ Exemples de top class mismatch

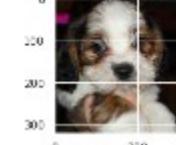
Sample of: n02109961-Eskimo_dog



Sample of: n02113624 toy_poodle



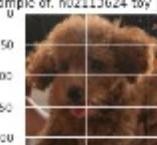
Sample of: n02098413-Lhasa



Sample of: n02109961-Eskimo_dog



Sample of: n02113624 toy_poodle



Sample of: n02098413-Lhasa



Sample of: n02110185-Siberian_husky



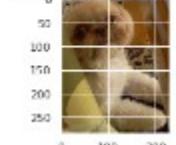
Sample of: n02110185-Siberian_husky



Sample of: n02110185-Siberian_husky



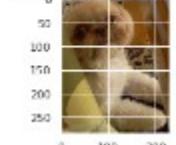
Sample of: n02113712-miniature_poodle



Sample of: n02086240-Shih-Tzu

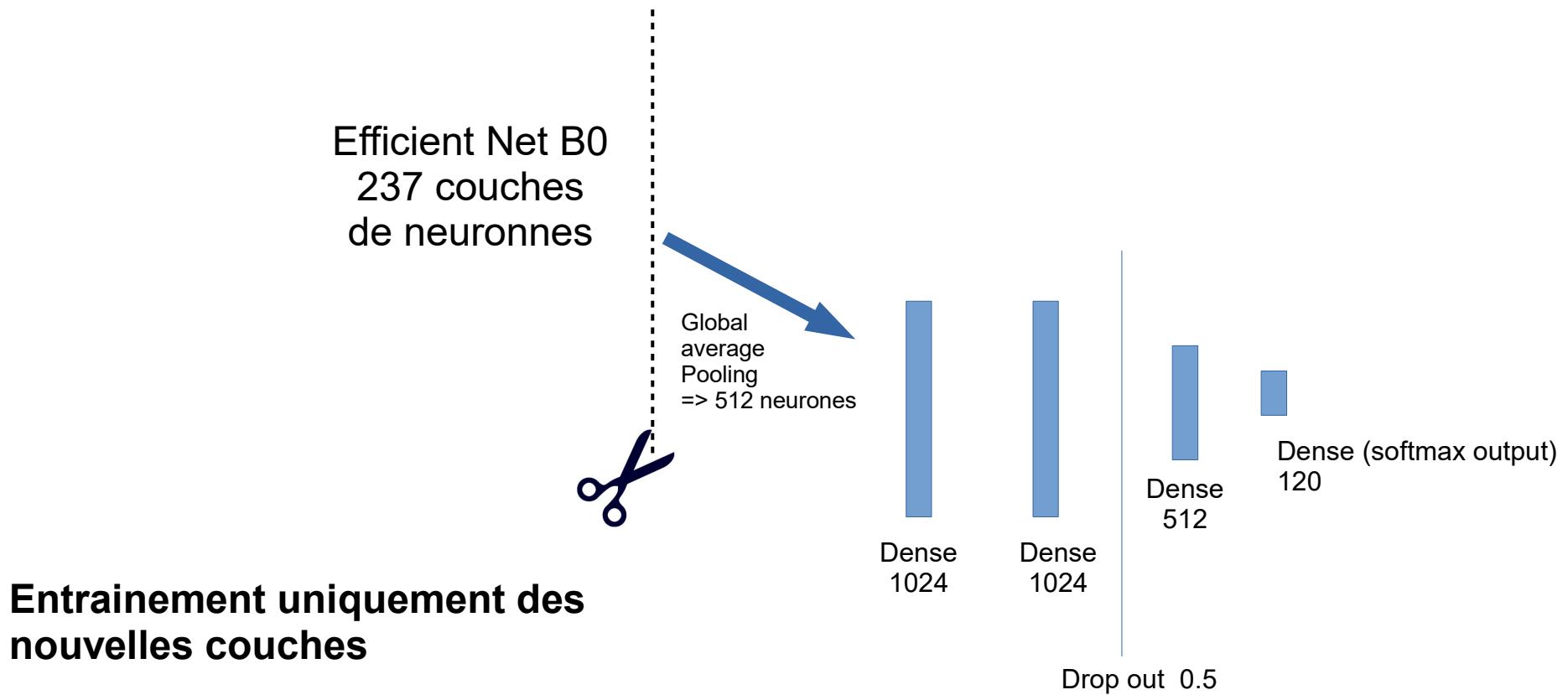


Sample of: n02086240-Shih-Tzu



Etape 4 : utilisation d'Efficient Net B0 (modèle final)

<https://www.kaggle.com/franoisboyer/openclassrooms-pj7-modelisation-part-6?scriptVersionId=43576266>

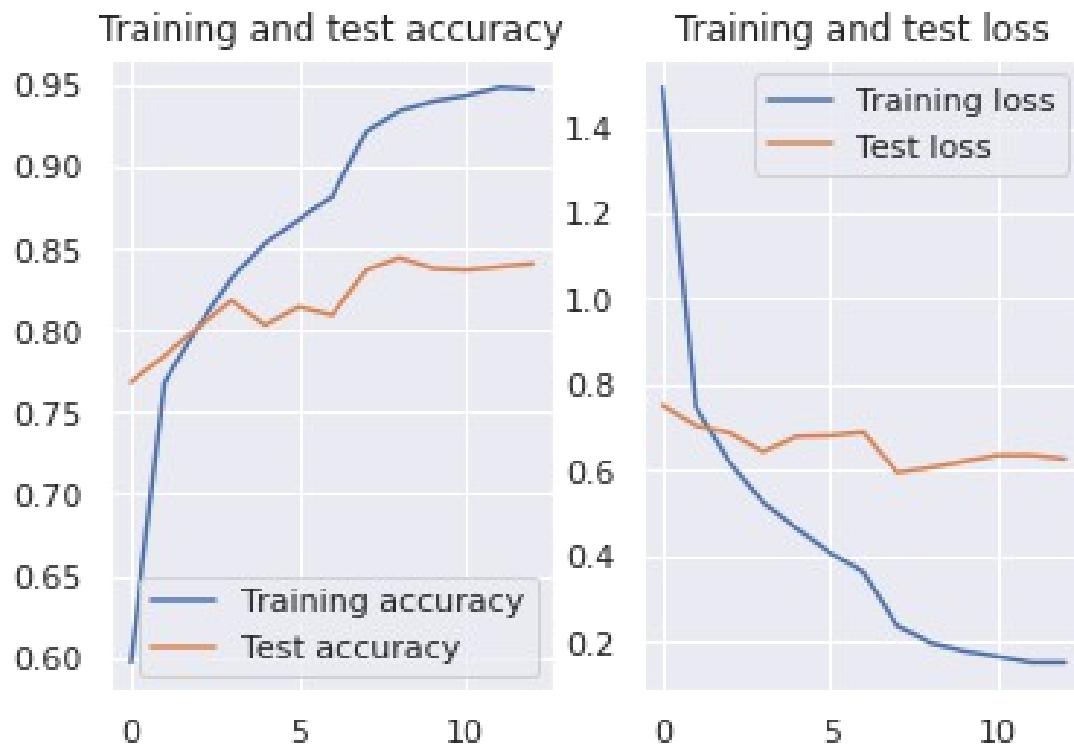


Suite de l'étape 4 ⇒ Pre processing, hyper paramètres

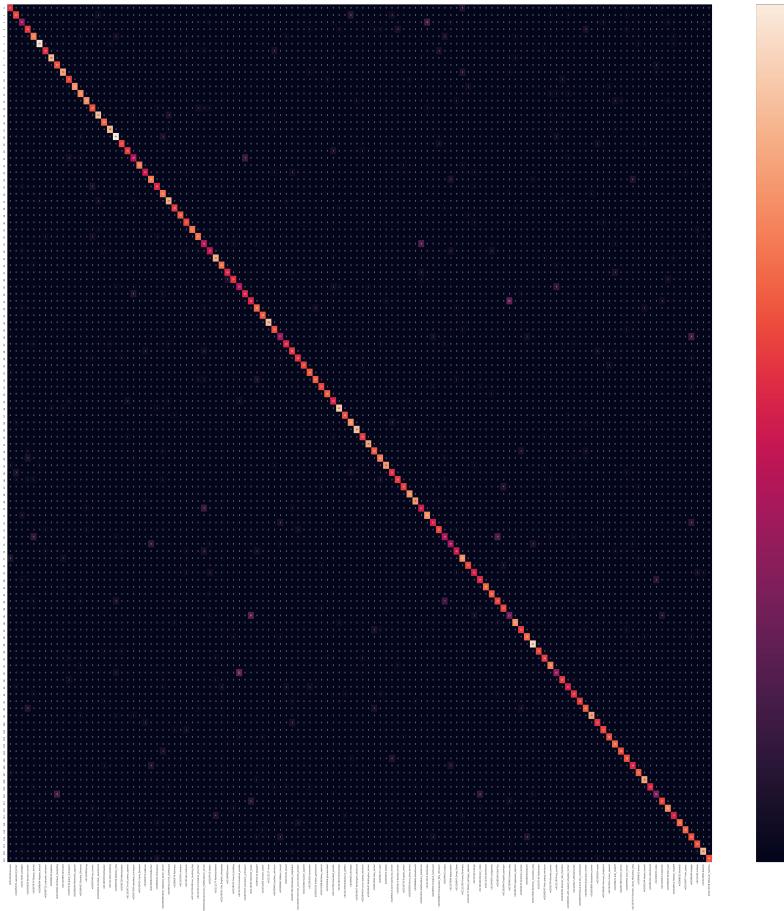
- Preprocessing et hyper paramètres inchangés par rapport à l'étape précédente

Suite de l'étape 4 ⇒ Performance

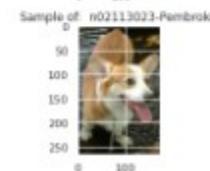
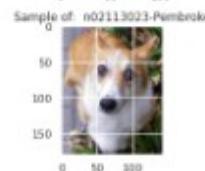
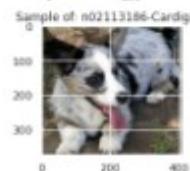
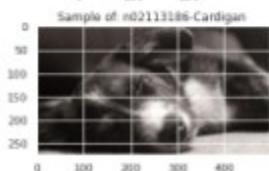
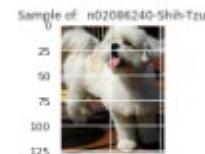
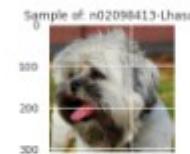
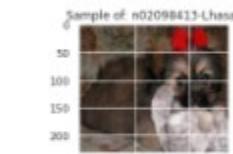
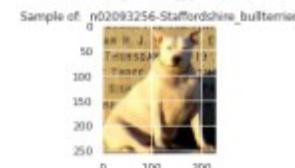
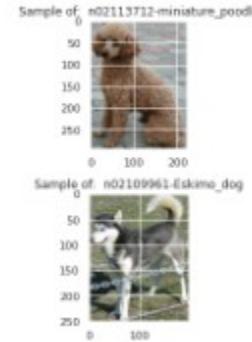
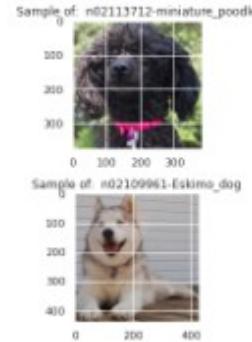
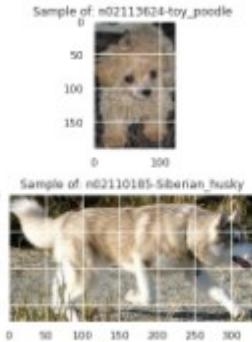
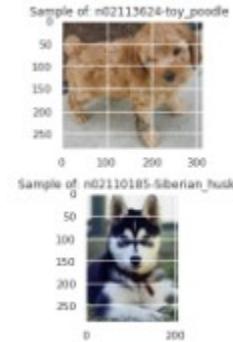
- Accuracy sur test set : **0.84**



Suite de l'étape 4 \Rightarrow Matrice de confusion



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de top class mismatch



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions

```
./input/stanford-dogs-dataset/images/Images/n02106166-Border_collie/n02106166_1032.jpg
0.9183174 : (81, 'n02106166-Border_collie')
0.06897815 : (80, 'n02106030-collie')
0.004547952 : (79, 'n02105855-Shetland_sheepdog')
0.0033916084 : (112, 'n02113186-Cardigan')
0.0010028793 : (89, 'n02107908-Appenzeller')
```



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions

```
..../input/stanford-dogs-dataset/images/Images/n02099712-Labrador_retriever/n02099712_1383.jpg
0.99995613    :   (57, 'n02099712-Labrador_retriever')
2.6873056e-05  :   (11, 'n02088364-beagle')
5.9290846e-06  :   (56, 'n02099601-golden_retriever')
3.7967495e-06  :   (25, 'n02091831-Saluki')
1.3143558e-06  :   (54, 'n02099267-flat-coated_retriever')
```



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions

```
../input/stanford-dogs-dataset/images/Images/n02104029-kuvasz/n02104029_1206.jpg
0.7699173    :  (105, 'n02111500-Great_Pyrenees')
0.1730538    :  (18, 'n02090622-borzoi')
0.035787273  :  (71, 'n02104029-kuvasz')
0.007606616  :  (80, 'n02106030-collie')
0.0055934787 :  (106, 'n02111889-Samoyed')
```



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions

```
./input/stanford-dogs-dataset/images/Images/n02097658-silky_terrier/n02097658_10020.jpg
0.9823512 : (50, 'n02097658-silky_terrier')
0.011406802 : (42, 'n02096294-Australian_terrier')
0.0062335595 : (36, 'n02094433-Yorkshire_terrier')
2.0439363e-06 : (41, 'n02096177-cairn')
1.6896288e-06 : (49, 'n02097474-Tibetan_terrier')
```



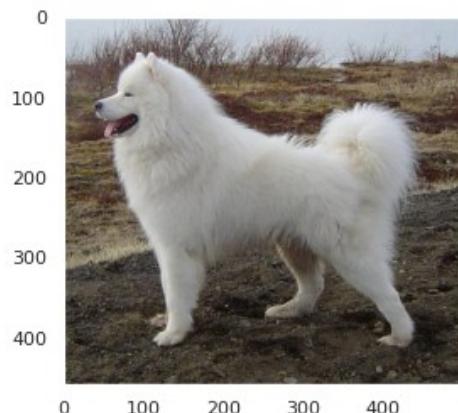
Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions

```
./input/stanford-dogs-dataset/images/Images/n02106550-Rottweiler/n02106550_10222.jpg
0.99943286 : (83, 'n02106550-Rottweiler')
0.00036354657 : (86, 'n02107312-miniature_pinscher')
0.0001462628 : (85, 'n02107142-Doberman')
3.64507e-05 : (14, 'n02089078-black-and-tan_coonhound')
5.6855583e-06 : (87, 'n02107574-Greater_Swiss_Mountain_dog')
```



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions

```
./input/stanford-dogs-dataset/images/Images/n02111889-Samoyed/n02111889_1363.jpg
0.9999939 : (106, 'n02111889-Samoyed')
4.231638e-06 : (105, 'n02111500-Great_Pyrenees')
8.365155e-07 : (97, 'n02109961-Eskimo_dog')
1.9720757e-07 : (80, 'n02106030-collie')
1.6420286e-07 : (99, 'n02110185-Siberian_husky')
```



Suite de l'étape 4 ⇒ Exemples de prédictions



Ce pékinois est reconnu correctement
à droite (cadrage précis sur le chien)

Il est moins bien reconnu à gauche
(cadrage moins précis)
=> confusion avec le japanese spaniel
qui est une race proche

Interface utilisateur pour le modèle final

<https://pj7.analysons.com/>

The screenshot shows a web-based application window titled "Model analysis". On the left sidebar, there is a checkbox labeled "Display feat maps of 1st conv layer". The main content area features the text "Openclassrooms Data Science training project 7 : recognize dog races" and "François BOYER". Below this, there is a black silhouette of a dog standing. A button labeled "Upload image" is present, with the instruction "Upload a dog photo here (JPEG or PNG, real photo, not drawing)". A file input field shows the file "pembroke.jpeg" and a "browse files" link.

Model analysis

Display feat maps of 1st conv layer

Openclassrooms Data Science training project 7 : recognize dog races

François BOYER



Upload image

Upload a dog photo here (JPEG or PNG, real photo, not drawing)

pembroke.jpeg

browse files

Interface utilisateur pour le modèle final

<https://pj7.analysons.com/>



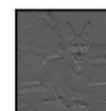
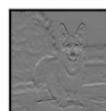
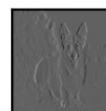
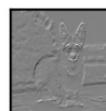
0.9310391 : (111, 'n02113023-Pembroke')

0.06803509 : (112, 'n02113186-Cardigan')

0.0007404797 : (0, 'n02085620-Chihuahua')

9.819656e-05 : (6, 'n02086910-papillon')

1.5682062e-05 : (7, 'n02087046-toy_terrier')



Perspectives pour améliorer le modèle

- Gérer le problème de l'environnement (le fond des images) : personnes, gazon, ...
 - Utiliser les « saliency maps » afin d'identifier la localisation des chiens
 - Travailler sur le dataset brut, sans le recentrage (crop)
- Gérer le problème lié à certaines fortes variation intra classes vs faible variation inter classe
 - ⇒ Effectuer du boosting sur les paires de classes les plus confondues
 - ⇒ Par exemple : utilisation des Fully Convolutional Attention Networks (FCANs)

<https://arxiv.org/pdf/1603.06765.pdf>

