

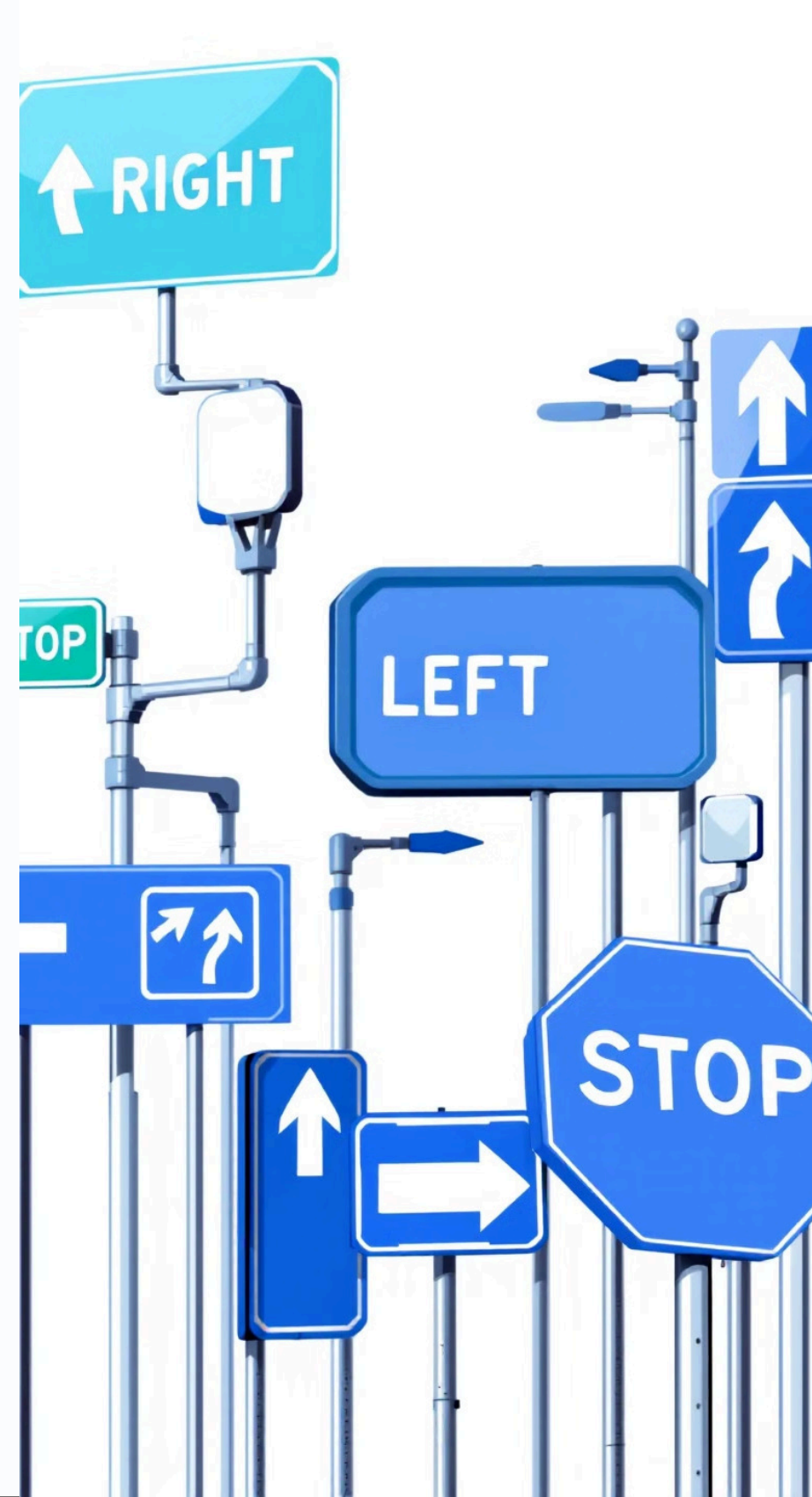
PROJET-DEEP-LEARNING

Sorbonne Data Analytics, 2024/2025

Classification de Panneaux de Signalisation Routière

La classification des panneaux de signalisation routière est un domaine crucial en vision par ordinateur, impliquant l'identification et la catégorisation des panneaux pour réguler la circulation routière. Ce projet analyse la méthodologie de développement d'un modèle de Deep Learning optimisé pour cette tâche.

M by Marius Ayrault



Contexte



Motivation

La reconnaissance automatique des panneaux de signalisation est essentielle pour le développement des **systèmes de conduite autonome** et d'**assistance à la conduite (ADAS)**.

Objectifs

Concevoir un modèle de deep-learning performant pour la **classification de panneaux de signalisation**, en utilisant le **dataset GTSRB**. Ce modèle devra être **précis, robuste, et capable de généraliser** dans des **conditions variées**.

Réalisations



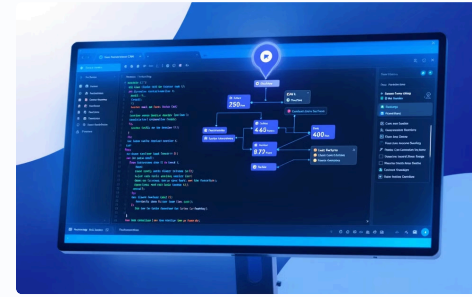
Augmentation de données

Utilisation de techniques comme la **rotation**, le **retournement**, le **zoom** et le **recadrage** pour augmenter la **diversité des échantillons** et améliorer la **généralisation**.



Exploration de la régularisation

Utilisation de **Dropout** pour **limiter le surapprentissage** et de **Batch Normalization** pour **stabiliser et accélérer** l'entraînement.



Développement de modèles optimisés pour la classification

Optimisation d'un modèle **CNN** et d'un modèle **ResNet** inspiré, comprenant le réglage des **hyperparamètres** afin d'augmenter la **précision** et la **robustesse**.



Expérimentation sous conditions adverses

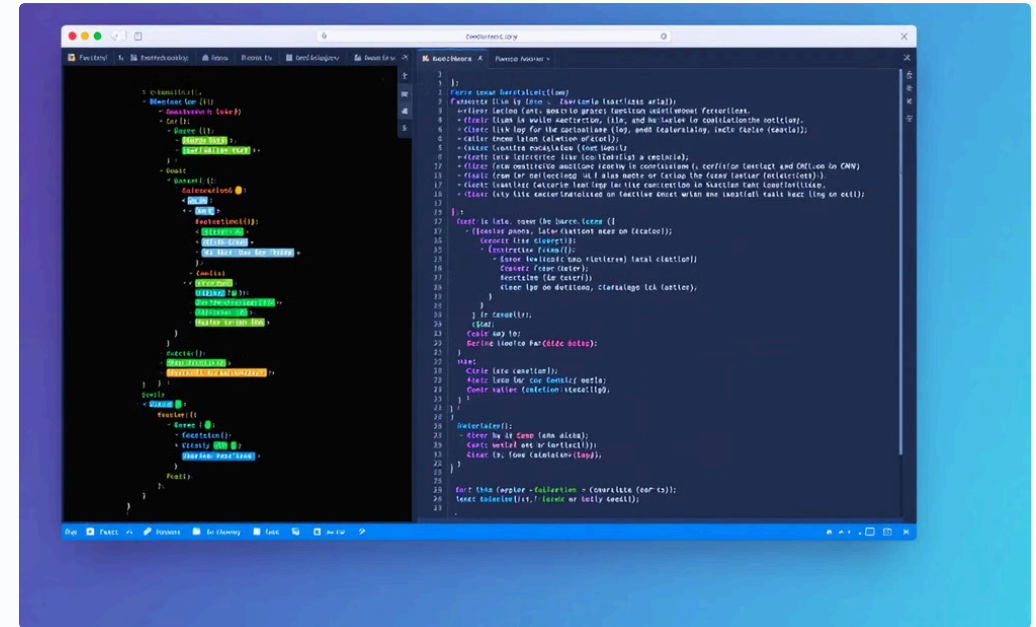
Tests des modèles dans des **environnements adverses** incluant du **bruit**, des **mouvements** et des **occlusions**, pour **évaluer la robustesse** du modèle.

Dataset et Prétraitement des Données



Présentation du Dataset GTSRB

Le dataset **GTSRB** est composé de milliers d'images de **panneaux de signalisation routière**. Il est utilisé pour l'entraînement et l'évaluation des modèles de vision par ordinateur. Il contient **43 classes** distinctes de panneaux de signalisation, chaque image comportant des métadonnées telles que la **forme**, la **couleur** et l'**ID** du pictogramme.

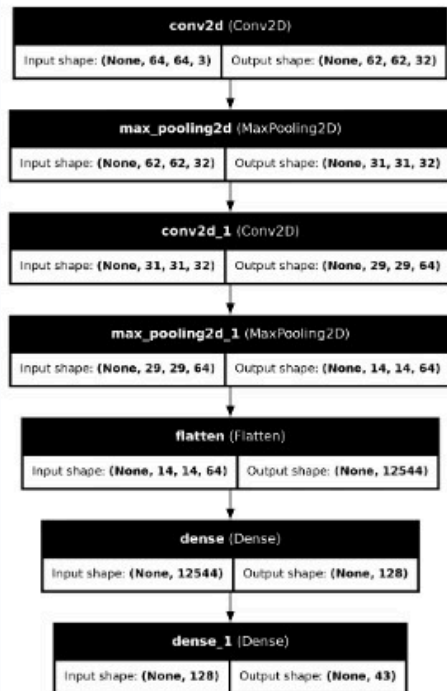


Prétraitement des Données

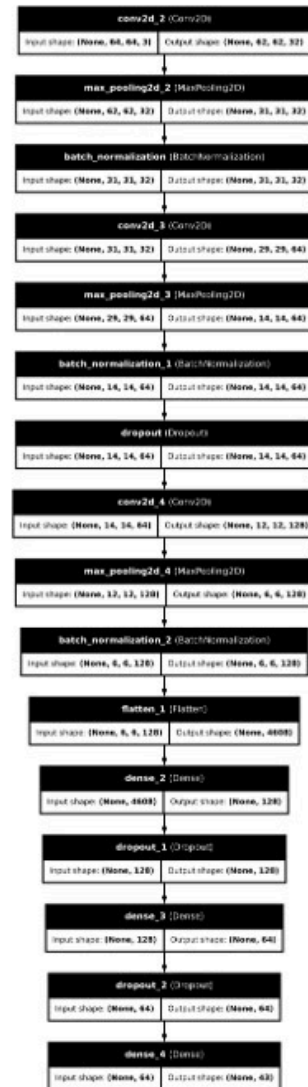
Le prétraitement des données comprend des étapes telles que le **redimensionnement** et la **normalisation** des images, la **division des données** en ensembles d'entraînement, de validation et de test, l'**augmentation** des données pour améliorer la robustesse du modèle et l'**encodage** des étiquettes en one-hot encoding.

Architecture

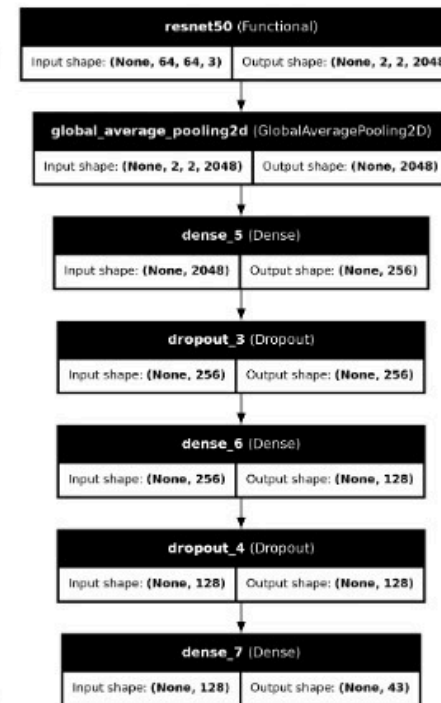
Simple CNN



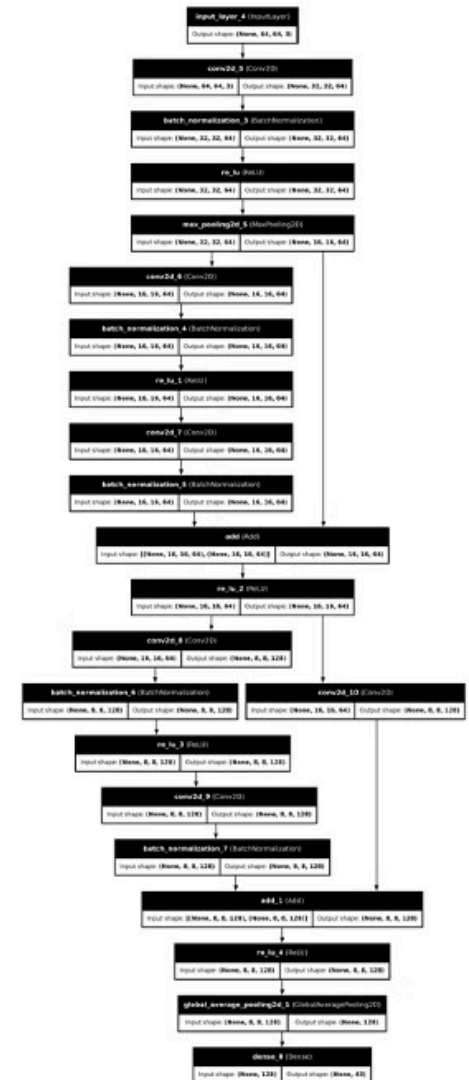
CNN régularisé



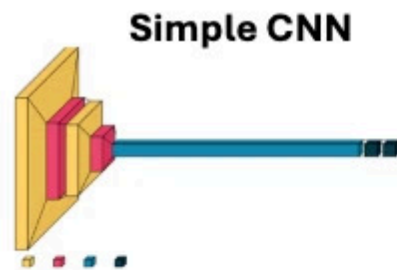
ResNet50 fine-tuned



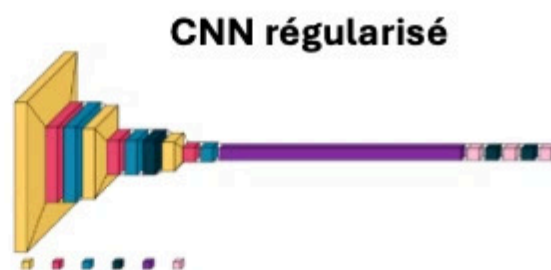
ResNet inspiré



Méthodologie et Modèles



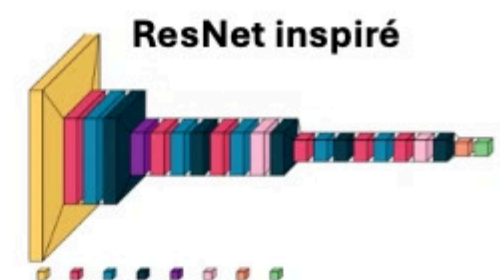
Précision : 93.4%
 Rappel : 94.0%
 F1-score : 93.9%
 AUC-ROC : 0.9988
 Précision Moyenne (AP) : 0.9750



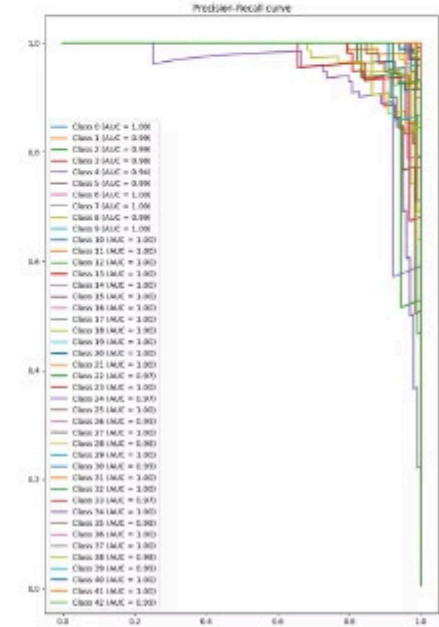
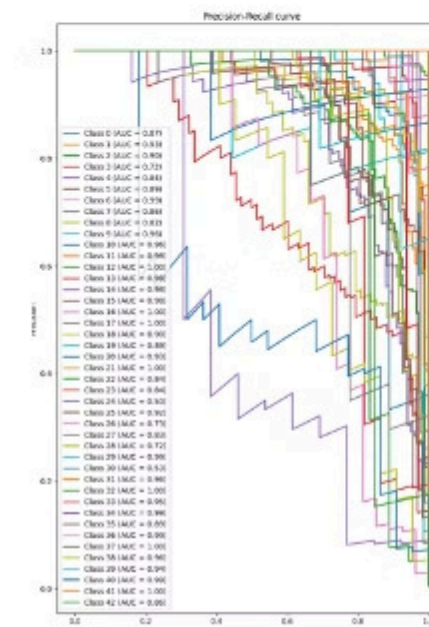
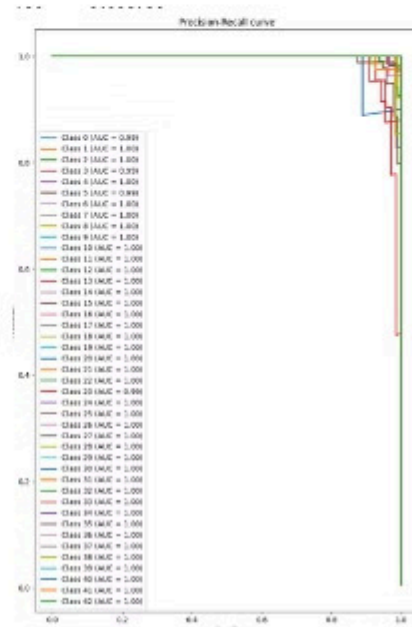
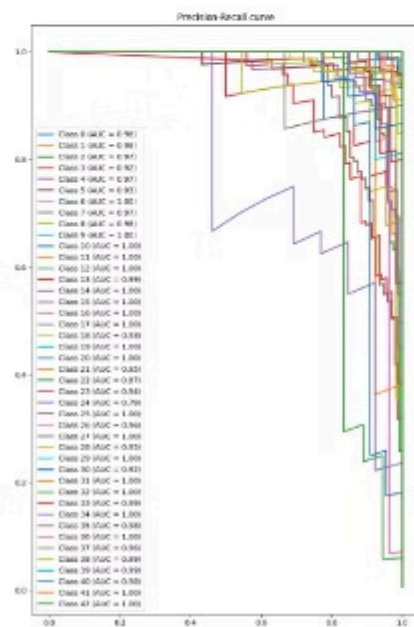
Précision : 98.6%
 Rappel : 98.6%
 F1-score : 98.6%
 AUC-ROC : 0.9999
 Précision Moyenne (AP) : 0.9987



Précision : 84.2%
 Rappel : 84.2%
 F1-score : 84.2%
 AUC-ROC : 0.9941
 Précision Moyenne (AP) : 0.9036

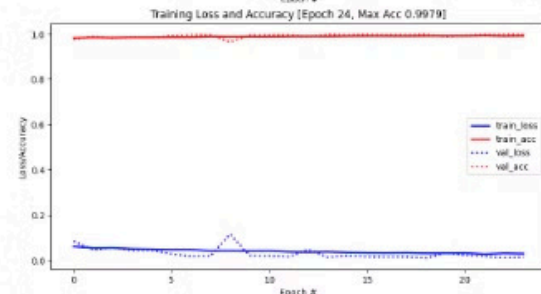
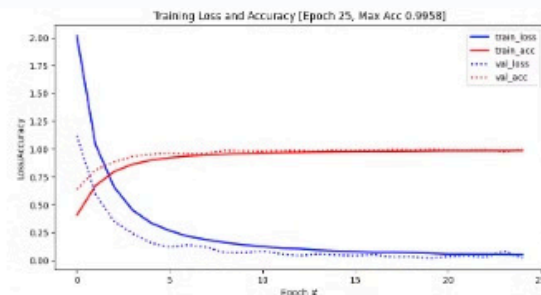
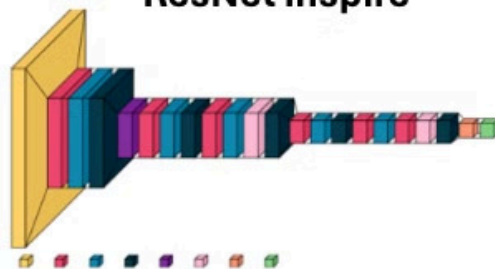


Précision : 94.7%
 Rappel : 94.7%
 F1-score : 94.6%
 AUC-ROC : 0.9996
 Précision Moyenne (AP) : 0.9930



Entraînement et Expérimentation

ResNet inspiré



Performance

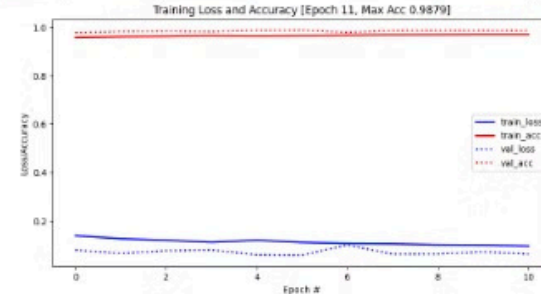
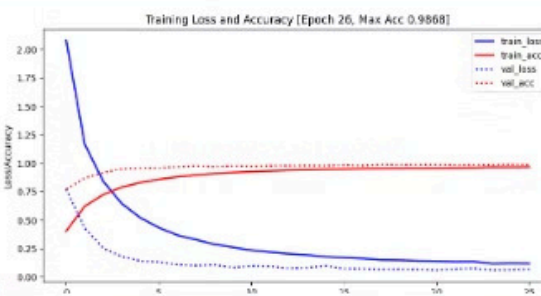
--- Performance Metrics for resnet_inspired_model ---

	precision	recall	f1-score	support
accuracy	0.994000	0.994000	0.994000	0.994000
macro avg	0.996000	0.995000	0.996000	1895.000000
weighted avg	0.994000	0.994000	0.994000	1895.000000
AUC-ROC	0.999997	0.999997	0.999997	0.999997
Average Precision	0.999859	0.999859	0.999859	0.999859

Difficultés observées



CNN régularisé



Performance

--- Performance Metrics for cnn_regularized_model ---

	precision	recall	f1-score	support
accuracy	0.982000	0.982000	0.982000	0.982000
macro avg	0.985000	0.984000	0.984000	1895.000000
weighted avg	0.982000	0.982000	0.982000	1895.000000
AUC-ROC	0.999928	0.999928	0.999928	0.999928
Average Precision	0.998285	0.998285	0.998285	0.998285

Difficultés observées

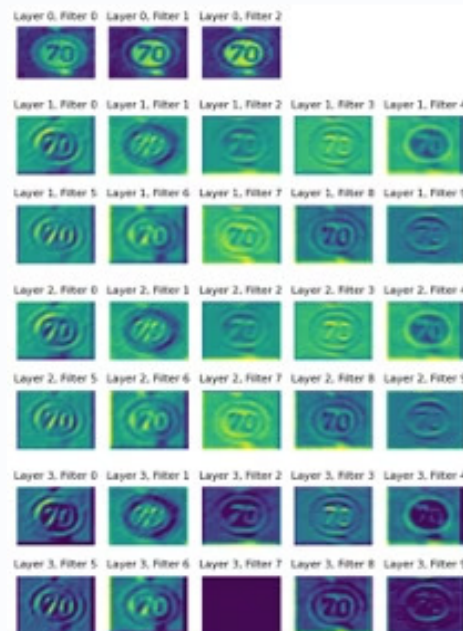


Analyse des résultats



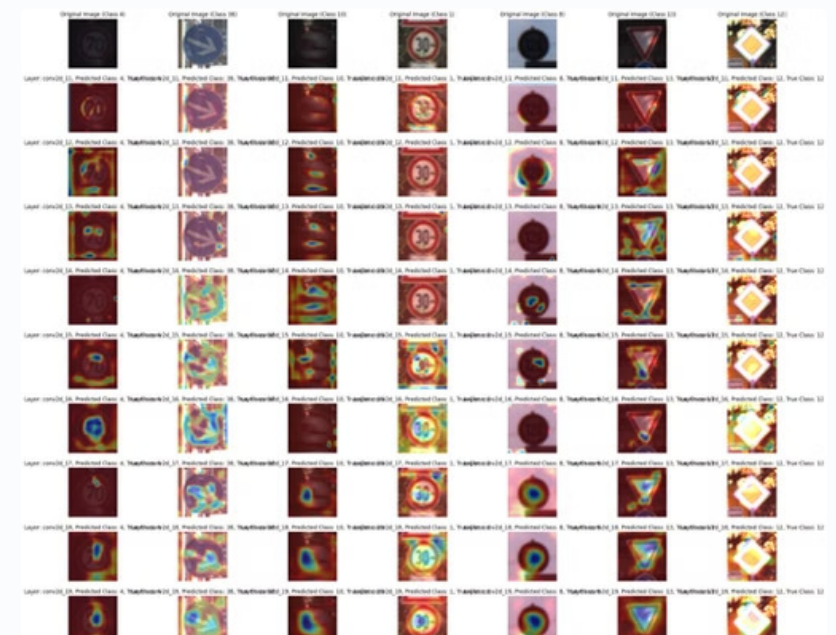
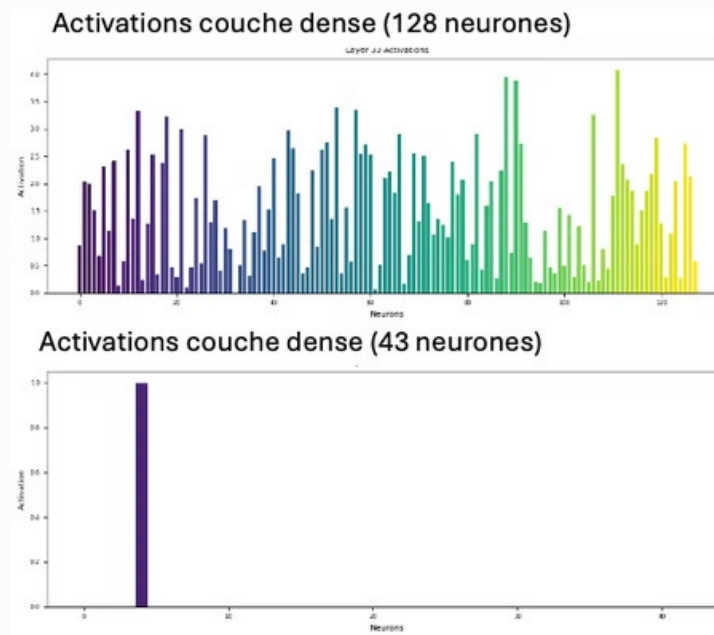
Activations des Couches

Les **activations** des couches d'un CNN révèlent les **caractéristiques spécifiques apprises** à chaque étape. Visualiser ces activations aide à **comprendre les motifs visuels détectés** et à identifier des problèmes comme l'**overfitting**.

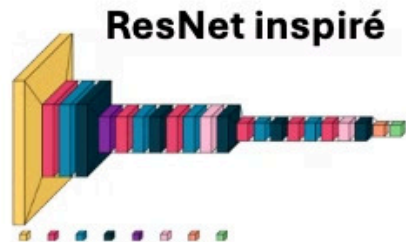


Analyse via Grad-CAM

La technique **Grad-CAM** permet d'identifier visuellement les **zones influençant le plus la prédiction du modèle**, évaluant ainsi la pertinence de ses choix.



Test en conditions adverses



Not retrained

--- Performance Metrics for resnet_inspired_model ---

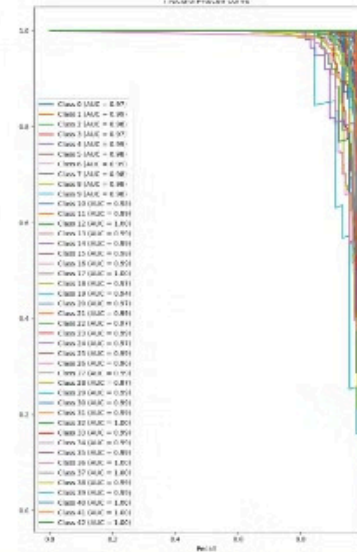
	precision	recall	f1-score	support
accuracy	0.944000	0.944000	0.944000	0.944000
macro avg	0.949000	0.945000	0.945000	9475.000000
weighted avg	0.948000	0.944000	0.944000	9475.000000
AUC-ROC	0.998999	0.998999	0.998999	0.998999
Average Precision	0.984939	0.984939	0.984939	0.984939

Retrained

--- Performance Metrics for resnet_inspired_model ---

	precision	recall	f1-score	support
accuracy	0.995000	0.995000	0.995000	0.995000
macro avg	0.996000	0.994000	0.995000	9475.000000
weighted avg	0.995000	0.995000	0.995000	9475.000000
AUC-ROC	0.999991	0.999991	0.999991	0.999991
Average Precision	0.999699	0.999699	0.999699	0.999699

Not retrained



Retrained



Not retrained

--- Performance Metrics for cnn_regularized_model ---

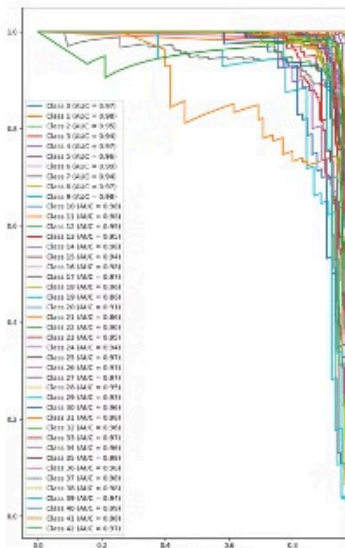
	precision	recall	f1-score	support
accuracy	0.922000	0.922000	0.922000	0.922000
macro avg	0.912000	0.922000	0.913000	9475.000000
weighted avg	0.930000	0.922000	0.924000	9475.000000
AUC-ROC	0.995395	0.995395	0.995395	0.995395
Average Precision	0.958185	0.958185	0.958185	0.958185

Retrained

--- Performance Metrics for cnn_regularized_model ---

	precision	recall	f1-score	support
accuracy	0.987000	0.987000	0.987000	0.987000
macro avg	0.988000	0.988000	0.988000	9475.000000
weighted avg	0.987000	0.987000	0.987000	9475.000000
AUC-ROC	0.999950	0.999950	0.999950	0.999950
Average Precision	0.998502	0.998502	0.998502	0.998502

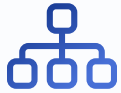
Not retrained



Retrained



Conclusion



Choix du modèle

Le modèle 'ResNet Inspired' excelle dans des conditions difficiles, tandis que le 'CNN Regularized' est plus adapté aux ressources limitées.



Complexité et performance

La performance dépend plus de la qualité de l'entraînement que de la complexité du modèle.



Lessons Learned

Importance d'une bonne gestion de notebook pour optimiser les temps de chargement et garantir une analyse efficace.



Workflow

Il est crucial de valider la cohérence du workflow avant d'entraîner un modèle de deep learning.



Techniques d'analyse

Une analyse approfondie via des techniques avancées permet d'optimiser les performances selon le problème à résoudre.



Robustesse

Les architectures profondes, comme "ResNet Inspired", résistent mieux au bruit, crucial pour des applications réelles.