

## Test-Time Training auto-supervisé pour la classification des images

### Encadrants

- Ayoub Karine ([ayoub.karine@u-paris.fr](mailto:ayoub.karine@u-paris.fr))
- Camille Kurtz ([camille.kurtz@u-paris.fr](mailto:camille.kurtz@u-paris.fr))
- Laurent Wendling ([Laurent.Wendling@u-paris.fr](mailto:Laurent.Wendling@u-paris.fr))

### Contexte

L'apprentissage auto-supervisé vise à apprendre des représentations générales à partir de grandes quantités de données non annotées. On considérera les images dans ce projet. Ces représentations sont ensuite spécialisées pour des tâches downstream au moyen d'un fine-tuning supervisé. Dans ce cadre, trois ensembles de données distincts sont considérés :

1. les données non annotées utilisées lors de la phase d'auto-apprentissage,
2. les données annotées employées pour le fine-tuning supervisé,
3. les données de test, utilisées pour évaluer les performances sur les tâches downstream et, indirectement, la qualité des représentations apprises en auto-supervision.

Toutefois, ces trois ensembles peuvent suivre des distributions différentes, ce qui entraîne un décalage de distribution entre les phases d'auto-apprentissage, de fine-tuning et de test, et conduit à une dégradation des performances. Le **Test-Time Training (TTT)** [1,2] vise à atténuer ce problème en introduisant une phase d'adaptation au moment du test, au cours de laquelle le modèle est optimisé directement sur les données de test, sans accès aux annotations, afin d'adapter le modèle aux conditions réelles d'inférence. Plus précisément, le modèle d'apprentissage sera adapté individuellement à chaque image de test garantissant une adaptation fine et locale aux variations de distribution.

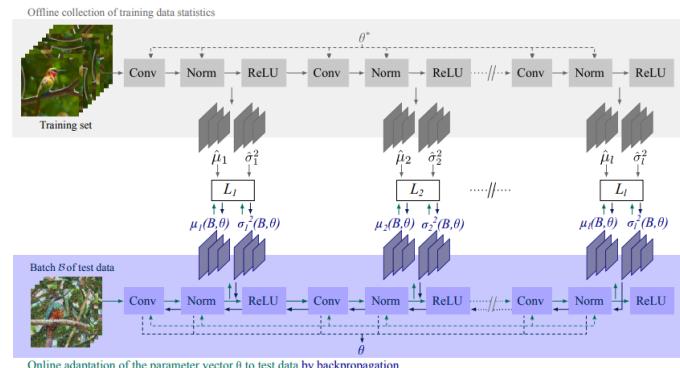


Figure extraite de [4].

### Objectifs

Dans ce projet, l'objectif final est d'appliquer le TTT dans un cadre auto-supervisé pour la classification d'images. Les objectifs spécifiques sont :

1. Mettre en œuvre un modèle pré-entraîné auto-supervisé et le fine-tuner sur une tâche de classification d'images.
2. Appliquer le TTT sur les données de test pour adapter le modèle aux décalages de distribution, sans accès aux labels.
3. Évaluer et analyser les performances du modèle avec et sans TTT pour mesurer l'efficacité de l'adaptation au test.

### Références

- [1] Sun, Yu, Xiaolong Wang, Zhuang Liu, John Miller, Alexei Efros, and Moritz Hardt. "Test-time training with self-supervision for generalization under distribution shifts." In International conference on machine learning, pp. 9229-9248. PMLR, 2020.
- [2] Liu, Yuejiang, Parth Kothari, Bastien Van Delft, Baptiste Bellot-Gurlet, Taylor Mordan, and Alexandre Alahi. "TTT++: When does self-supervised test-time training fail or thrive?." Advances in Neural Information Processing Systems 34 (2021): 21808-21820.
- [3] Han, Jisu, Jihee Park, Dongyoon Han, and Wonjun Hwang. "When Test-Time Adaptation Meets Self-Supervised Models." arXiv preprint arXiv:2506.23529 (2025).
- [4] Mirza, Muhammad Jehanzeb, Pol Jané Soneira, Wei Lin, Mateusz Kozinski, Horst Possegger, and Horst Bischof. "Actmad: Activation matching to align distributions for test-time-training." In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 24152-24161. 2023.