



IA EN MÉTROLOGIE ET MÉTROLOGIE POUR L'IA

Dr. Agnes DELABORDE

Evaluation de l'IA – Responsable de département, LNE

LE LNE

LABORATOIRE NATIONAL DE MÉTROLOGIE ET D'ESSAIS

EPIC*, RATTACHÉ AU MINISTÈRE CHARGÉ DE L'INDUSTRIE

Nos missions

- **Laboratoire national de référence** pour les technologies de demain
- **Fournir une assistance technique** pour l'élaboration de nouvelles réglementations et normes aux niveaux international, européen et national,
- **Poursuivre les développements scientifiques et techniques** pour anticiper les besoins de mesure et d'essais liés aux évolutions technologiques et mettre au point de nouvelles méthodes

Nos métiers



Mesures & étalonnages



Essais & expertise technique



Certification
organisme notifié



Centre de formation



Organisme de recherche

Les enjeux actuels de la scène IA

- AI Act et autres réglementations
- Évaluation de conformité, certification, marquage CE
- Enjeux sociétaux : acceptabilité, confiance, éthique, impact sociétal
- Rapidité d'évolution (par ex. IA générative)
- Large couverture d'application

Les enjeux actuels de la scène IA

- AI Act et autres réglementations
- Évaluation de conformité, certification, marquage CE
- Enjeux sociétaux : acceptabilité, confiance, éthique, impact sociétal
- Rapidité d'évolution (par ex. IA générative)
- Large couverture d'application

Les enjeux actuels de la scène IA

- AI Act et autres réglementations
- Évaluation de conformité, certification, marquage CE
- Enjeux sociétaux : acceptabilité, confiance, éthique, impact sociétal
- Rapidité d'évolution (par ex. IA générative)
- Large couverture d'application

Les enjeux actuels de la scène IA

- AI Act et autres réglementations
- Évaluation de conformité, certification, marquage CE
- Enjeux sociétaux : acceptabilité, confiance, éthique, impact sociétal
- Rapidité d'évolution (par ex. IA générative)
- Large couverture d'application

Les enjeux actuels de la scène IA

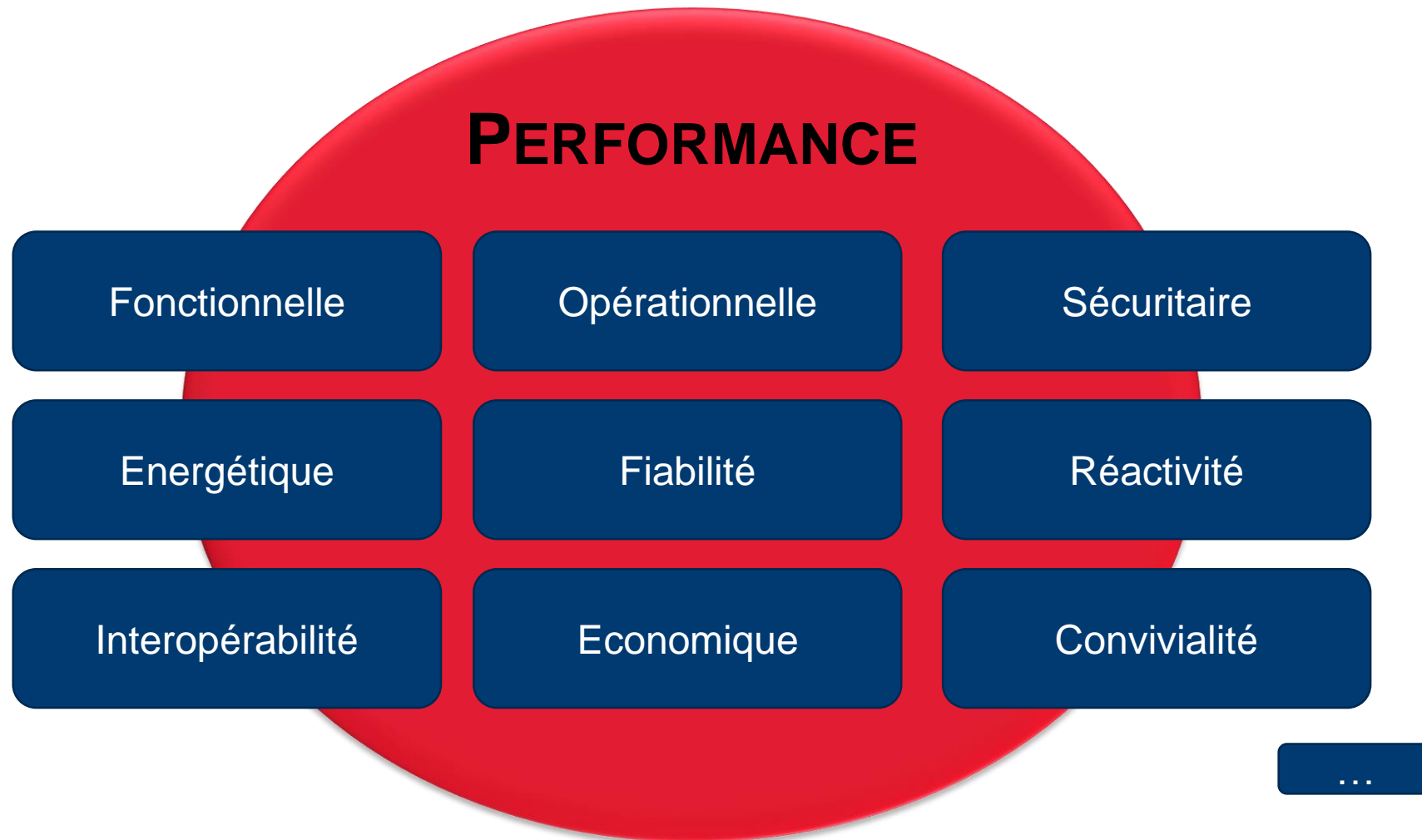
- AI Act et autres réglementations
- Évaluation de conformité, certification, marquage CE
- Enjeux sociétaux : acceptabilité, confiance, éthique, impact sociétal
- Rapidité d'évolution (par ex. IA générative)
- Large couverture d'application

Les enjeux actuels de la scène IA

- AI Act et autres réglementations
- Évaluation de conformité, certification, marquage CE
- Enjeux sociétaux : acceptabilité, confiance, éthique, impact sociétal
- Rapidité d'évolution (par ex. IA générative)
- Large couverture d'application

Nécessité de moyens fiables pour :

- L'estimation de performance
- L'évaluation de conformité



L'IA : des capacités intéressantes, des limitations amusantes

« Crée une aquarelle d'un singe assis sur une branche, regardant son téléphone, tandis qu'un avion s'écrase en arrière-plan. »



MAIS ÉGALEMENT DE RÉELS DANGERS

Economiques – Sociétaux – Politiques – Sécuritaires

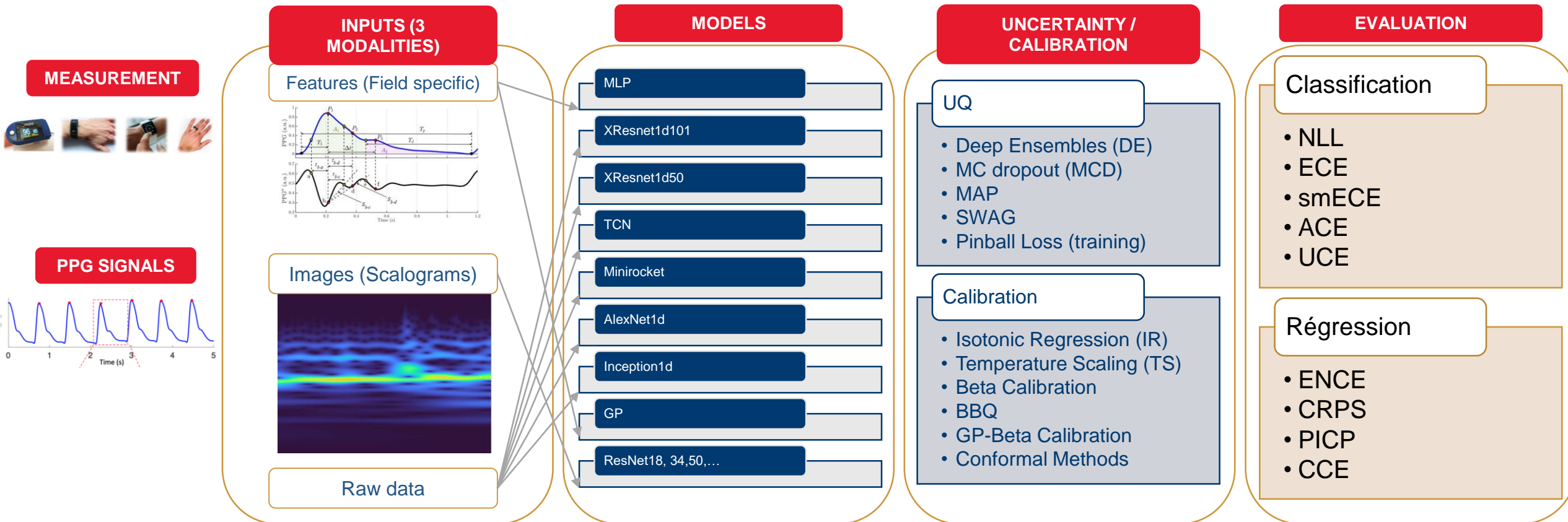
- La **nature exacte des risques** est mal définie (réalistes ou non, probables ou non).
- L'impact des **usages malveillants ou mésusages involontaires** doit être maîtrisé (impact des deepfakes, manipulation de l'information, hallucinations des modèles...).
- Les modèles et systèmes d'IA sont facilement accessibles au grand public. La mise en place de **garde-fous efficaces** (techniques et réglementaires) est indispensable.
- Les **médias et la presse** exercent une forte influence sur l'opinion publique, et peuvent également influencer sur les décisions politiques.

**Il est impératif d'assurer la clarté et la fiabilité
concernant les risques et les performances des IA**

- IA pour la métrologie
- Métrologie pour l'IA

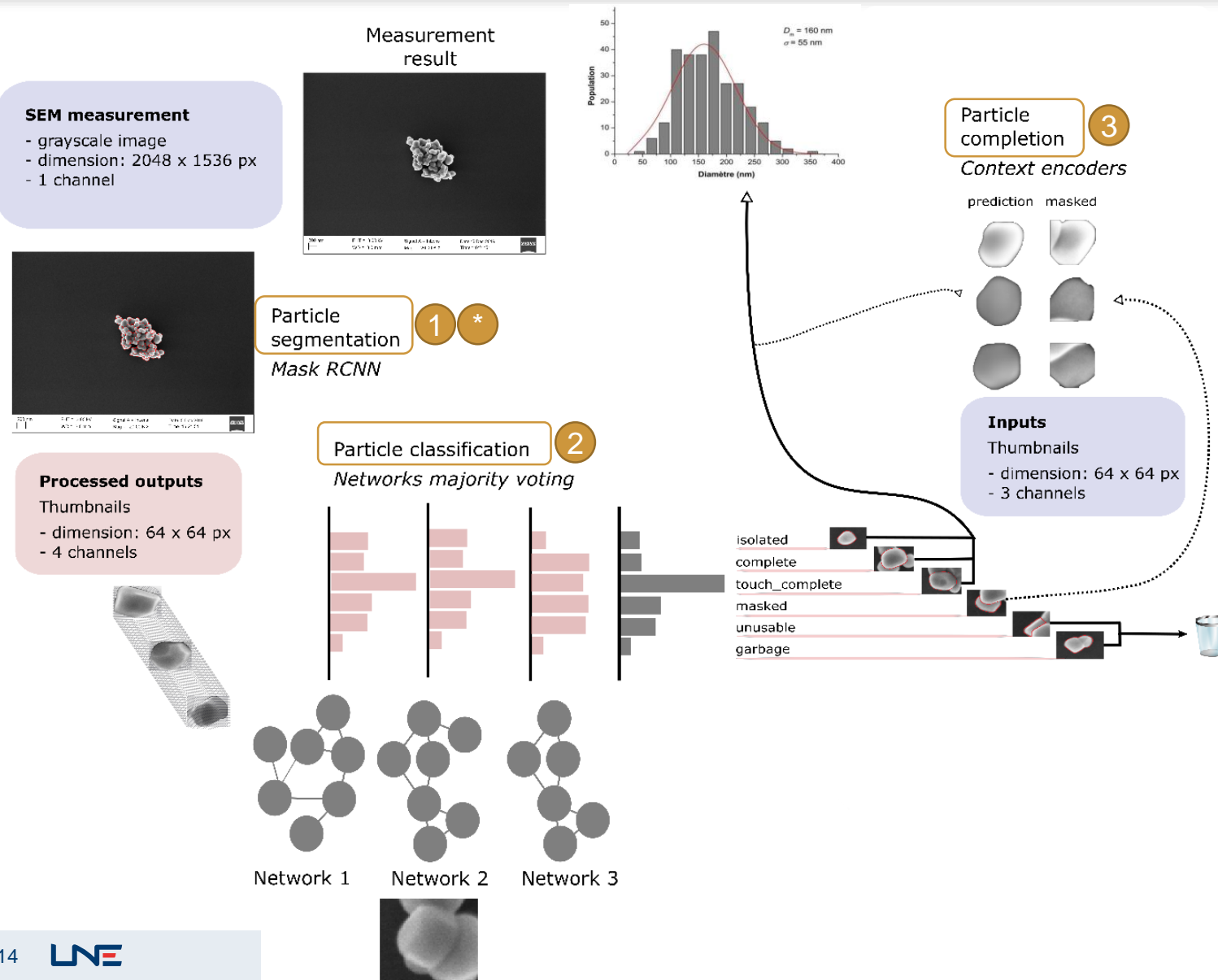
Joint Research Project in Metrology (Qumphy) - Euramet 2023-2026

- Uncertainty quantification associated with supervised ML models using photoplethysmography (PPG) signals
 - Classification / Regression : Atrial Fibrillation Detection / Blood pressure estimation (diastolic & systolic)



Moulaeifard, M., Coquelin, L., Rinkevičius, M., Sološenko, A., Pfeffer, O., Bench, C., ... & Strodthoff, n. (2025). Machine-learning for photoplethysmography analysis: benchmarking feature, image, and signal-based approaches. Arxiv preprint arxiv:2502.19949.

Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis: data-driven pipeline at LNE



Article

Deep Learning Based Instance Segmentation of Titanium Dioxide Particles in the Form of Agglomerates in Scanning Electron Microscopy

Paul Monchot ^{1,*}, Loïc Coquelin ^{1,*}, Khaled Guerroudj ¹, Nicolas Feltin ², Alexandra Delvallée ², Loïc Crouzier ² and Nicolas Fischer ¹

¹ Data Science and Uncertainty Department, National Laboratory of Metrology and Testing, 29 Avenue Roger Hennequin, 78197 Trappes, France; khaled.guerroudj@gmail.com (K.G.); nicolas.fischer@lne.fr (N.F.)

² Department of Materials Science, National Laboratory of Metrology and Testing, 29 Avenue Roger Hennequin, 78197 Trappes, France; nicolas.feltin@lne.fr (N.F.); Alexandra.Delvallee@lne.fr (A.D.); loic.crouzier@lne.fr (L.C.)

* Correspondence: paul.monchot@lne.fr (P.M.); loic.coquelin@lne.fr (L.C.)

IOP Publishing

Mater. Res. Express 6 (2019) 085001

<https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab1bb4>

Materials Research Express

3



PAPER

Towards the use of deep generative models for the characterization in size of aggregated TiO₂ nanoparticles measured by Scanning Electron Microscopy (SEM)

RECEIVED
13 March 2019
REVISED
8 April 2019
ACCEPTED FOR PUBLICATION
23 April 2019
PUBLISHED
1 May 2019

L. Coquelin ¹, N. Fischer ¹, N. Feltin ¹, L. Devoille ¹ and G. Felhi ¹

¹ Department of Mathematics and Statistics, National Laboratory of Metrology and Testing, 29 Avenue Roger Hennequin, Trappes, 78197, France

² Department of Materials science, National Laboratory of Metrology and Testing, 29 Avenue Roger Hennequin, Trappes, 78197, France

³ EASYRECRUE, 3 bis rue de la Chaussée d'Antin, Paris, 75009, France

E-mail: loic.coquelin@lne.fr

IOPscience



Journals



Books



Publishing Support



Login

MACHINE LEARNING
Science and Technology

*

BENCHMARK • OPEN ACCESS

Region versus query based instance segmentation models: application to the estimation of aggregated TiO₂ particles size distribution measured by SEM

Paul Monchot^{*}, Loïc Coquelin and Nicolas Fischer

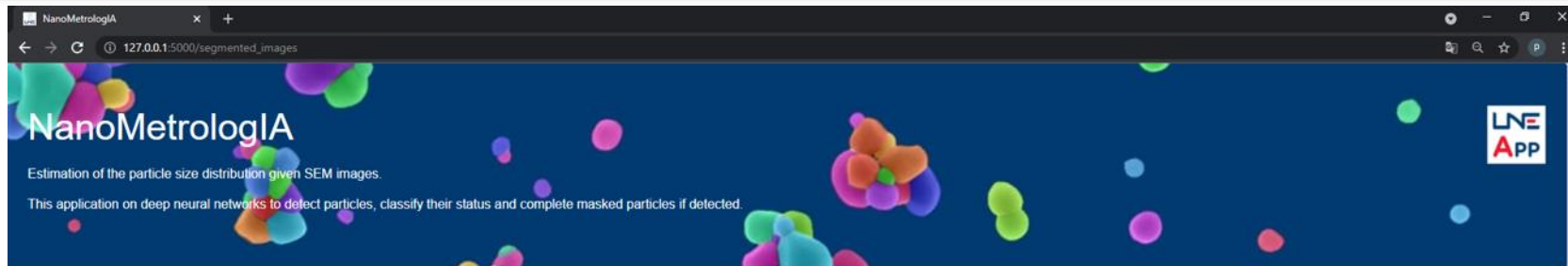
Published 22 May 2025 • © 2025 Laboratoire national de métrologie et d'essais. Published by IOP Publishing Ltd

[Machine Learning: Science and Technology, Volume 6, Number 2](#)

Citation Paul Monchot et al 2025 *Mach. Learn.: Sci. Technol.* 6 020502

DOI 10.1088/2632-2153/add239

NanometrologIA: A Web application for SEM analysis at LNE

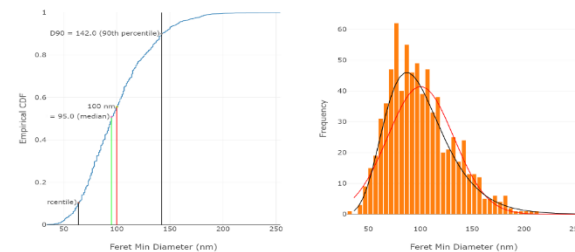
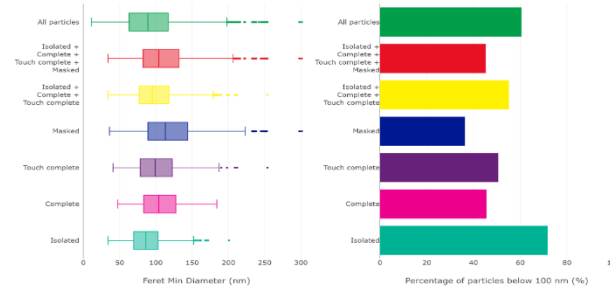
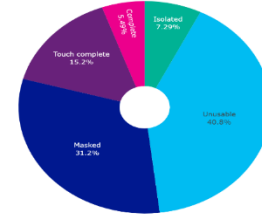
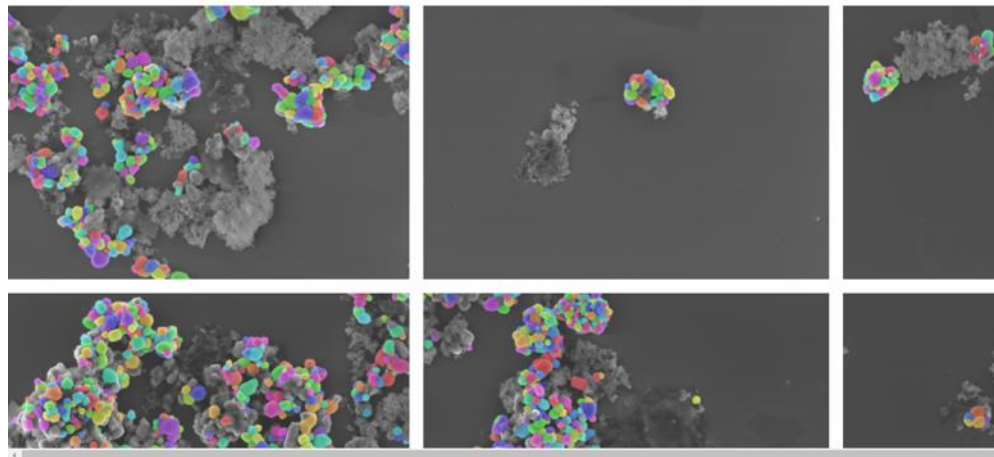


Home Load SEM images Results Segmented images Informations

Segmented Image Gallery

Click on the images below:

Select a measure: TW20 Top 1 Go



Play Pause 0.0 % 50.0 % 60.0 % 70.0 % 75.0 % 80.0 % 85.0 % 90.0 % 95.0 % Classification Accuracy: 70.0 %

Fully automated pipeline for TiO_2 sample characterization

Load the SEM images

Display the predicted contours

Correct the predicted contours

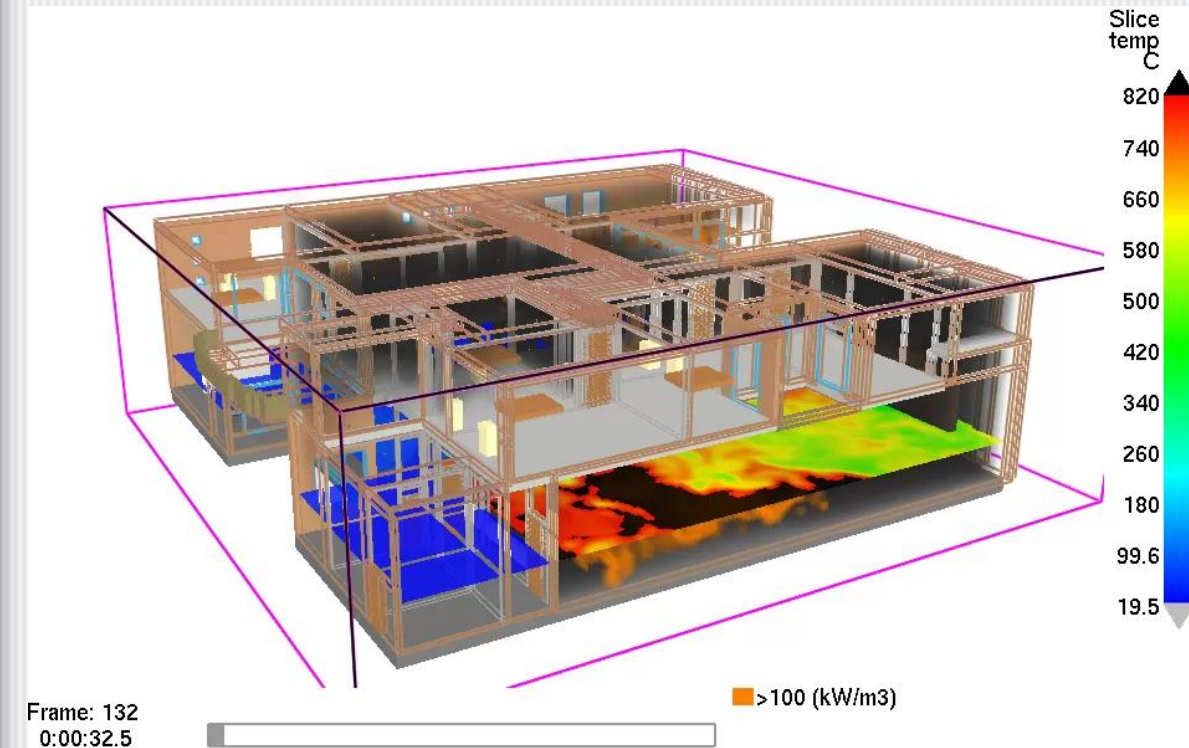
Have access to a Dashboard summary per particle type (histograms, boxplots, ..)

Emulate complex CFD simulations (Fire simulation)

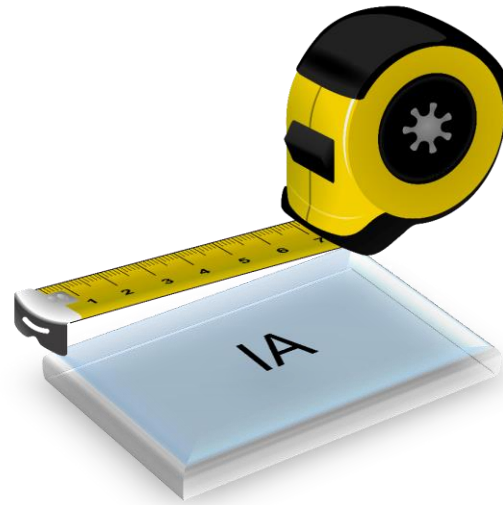
- Simulations of **complex phenomena involved in fire scenario**
- **Risk assessment studies** often related to regulatory safety issues
- **Significant computation times** often measured in hours, days, or even weeks

Challenges

- Fasten drastically fire simulations using statistical learning models (PINNs, Operator Learning, etc...)
- Demonstrating the feasibility of using such models to accurately predict fire behavior with specified constraints



- IA pour la métrologie
- Métrologie pour l'IA



A quel point peut-on estimer rigoureusement les performances de l'IA ?

Pourquoi la métrologie est-elle nécessaire ?

- L'estimation de performance des IA doit fournir des indicateurs fiables
- Garanties de conformité (réglementaire, ou à des exigences métier spécifiques)
- L'évaluation de l'IA s'appuie sur des méthodes souvent considérées:
 - Empiriques
 - Subjectives
 - Cumulant les incertitudes non contrôlées

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
 - Quelles unités ?
 - Quelles métriques de référence ?
- Étalonnage
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
 - Preuve formelle versus essais ?
 - Comment étalonner un banc d'essai en simulation ?
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
- Traçabilité
 - Quelles méthodes de référence ?
 - Systèmes, ensemble de systèmes, diversité des applications, contextes, etc.
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
 - Facteurs d'influence ?
 - Domaine de fonctionnement de l'IA ?
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
 - Quelles valeurs de référence ?
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
 - Manque de vue d'ensemble. S'appuyer sur des bonnes pratiques d'autres domaines.
 - Méthodes et valeurs de référence suffisamment généralisables ?
- Évaluation de la conformité

Les principes métrologiques

- Unités de mesure
- Étalonnage
- Traçabilité
- Incertitude de mesure
- Exactitude, précision
- Adaptation aux avancées technologiques
- Évaluation de la conformité
 - Cadre émergent
 - Manque de méthodes et de valeurs de référence

Les enjeux métrologiques pour l'évaluation de l'IA





Sur notre site de Trappes

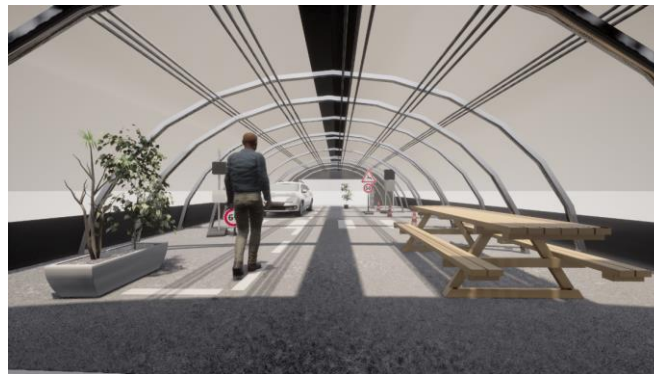
LNE – Couvrir les besoins en mesures pour l'IA

- Depuis 2020, programme d'équipements pour les plateformes LE.IA
- Financements nationaux et européens

LE.IA Simulation

Essais par simulation

Large gamme de situations, répétabilité

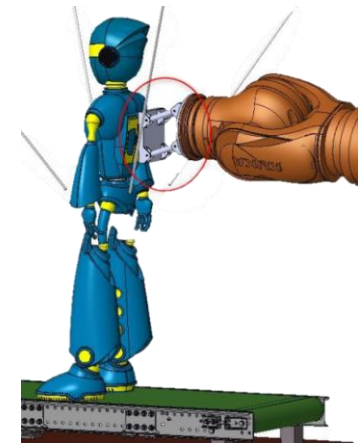
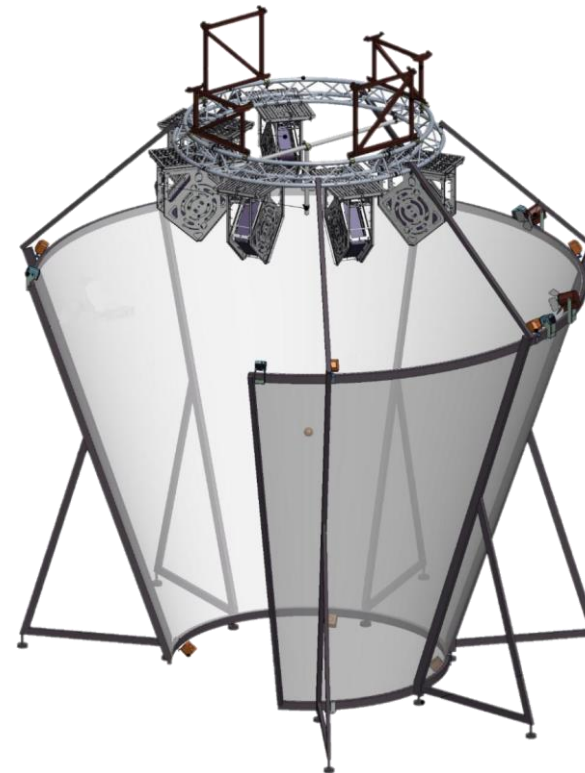


LNE – Couvrir les besoins en mesures pour l'IA

LE.IA Immersion

Essais physiques et simulation

Large gamme de situations, prise en compte des contraintes physiques

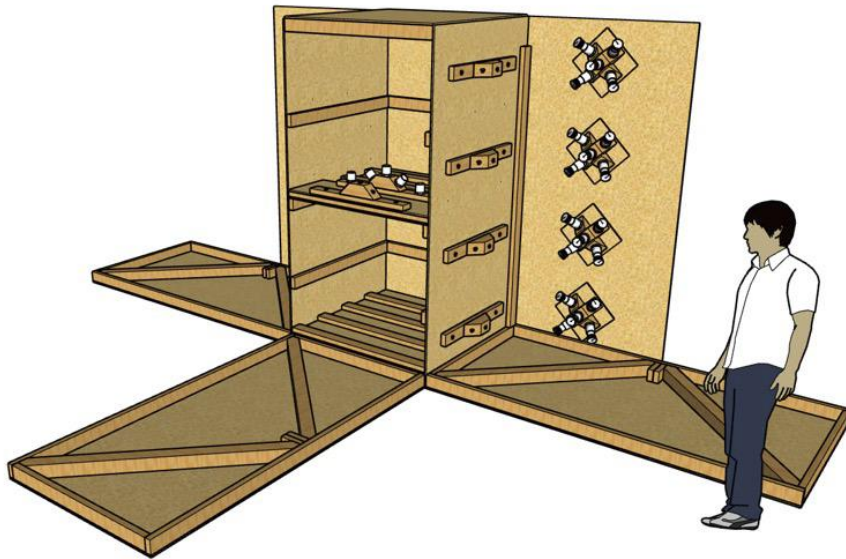


LNE – Couvrir les besoins en mesures pour l'IA

LEiA Action

Essais physiques

Situations précises et contrôlées, environnement réel/laboratoire



LNE – Couvrir les besoins en mesures pour l'IA

LE.IA - Essais bases de données

Essais sur bases de données

Situations précises et contrôlées, analyse statistique fine



Maîtriser l'IA

L'IA est un outil puissant, qui facilite la réalisation de tâches complexes, fastidieuses

La réalisation d'essais et l'inspection sont essentielles pour s'assurer de sa fiabilité

La communauté internationale (scientifique, politique) s'est emparée fortement du sujet de l'évaluation

Le LNE peut vous assister dans le développement et l'utilisation sûre de ces systèmes

IA en métrologie et métrologie pour l'IA

MERCI DE VOTRE ATTENTION

DR. AGNES DELABORDE

Evaluation de l'IA – Responsable de département

agnes.delaborde@lne.fr