

7. Témoignage : projet BIOINDUSTRY 4.0

*Louis Brendel,
INRAE DESSE
Chargé d'affaires européennes*



BIOINDUSTRY 4.0

Using AI to enhance biotechnology for smart biomanufacturing

Louis BRENDEL, INRAE



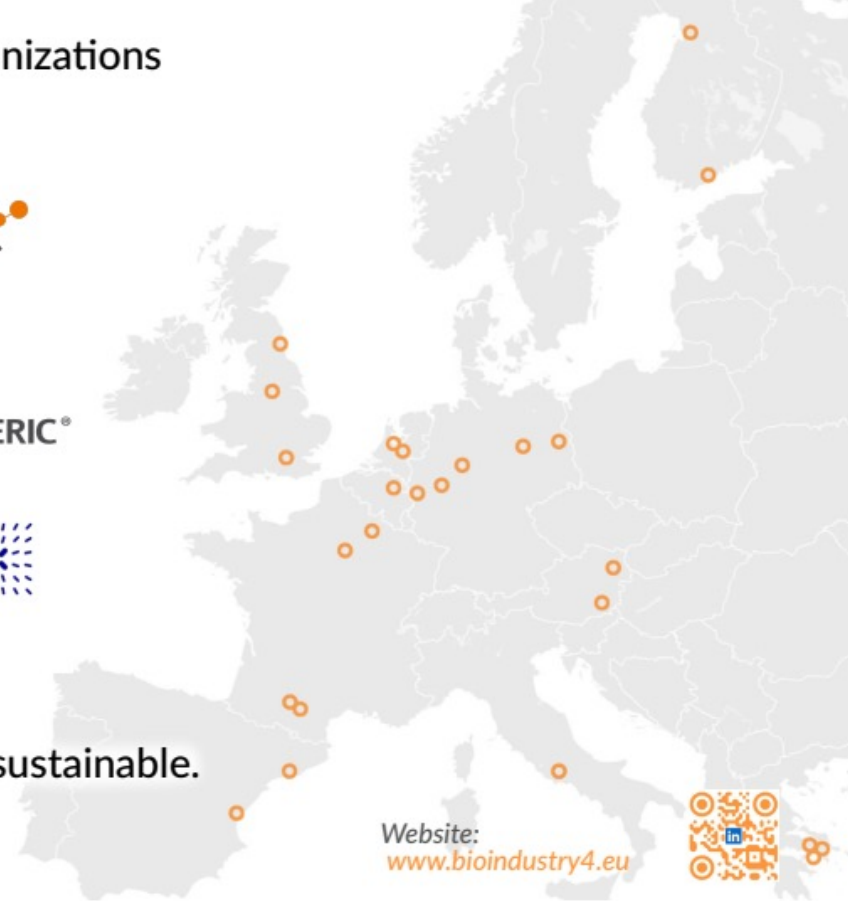
**Funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or [name of the granting authority]. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



Smart Digital Solutions for a Sustainable European Biotech Industry

Bioindustry 4.0 brings together **academia** and **industry**: 25 partner organizations and 6 major European research infrastructures...



...to make **bioprocess design and control** faster, cheaper, and more sustainable.

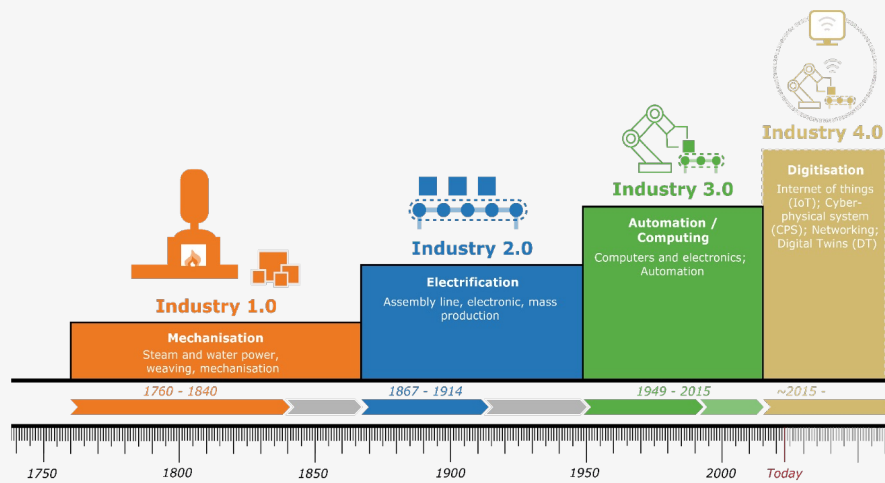


Website:
www.bioindustry4.eu

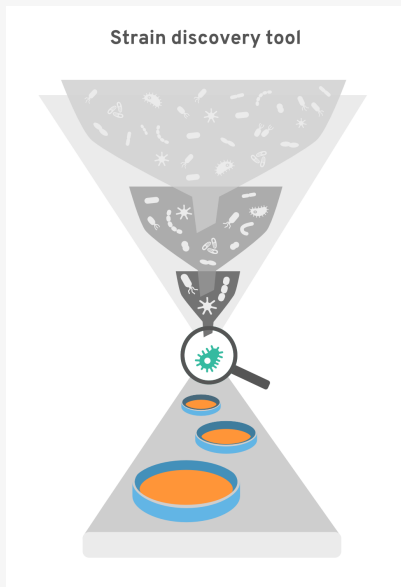


Objectif du projet

Développer une série de technologies pour le secteur de la bioproduction selon une vision d'INDUSTRIE 4.0



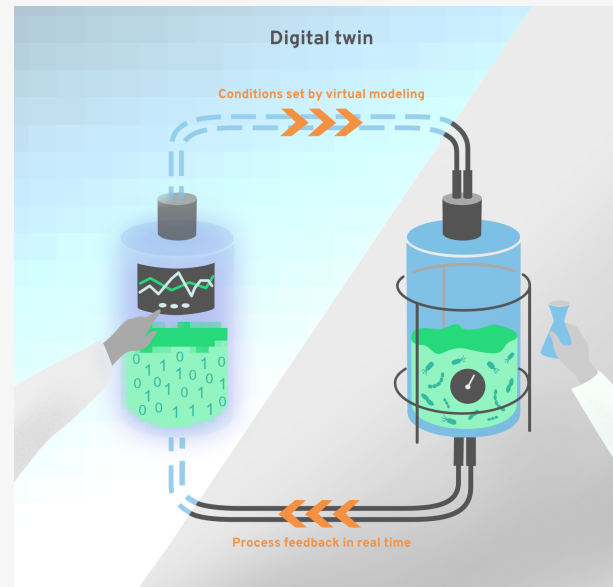
BIOINDUSTRY 4.0 – nos cibles



Des outils pour mieux exploiter l'immense biodiversité présent da les collections de microorganismes



Vers une expansion de la gamme de microorganismes utilisés par l'industrie



Des outils pour prédire et contrôler le fonctionnement de microorganismes dans des bioréacteurs



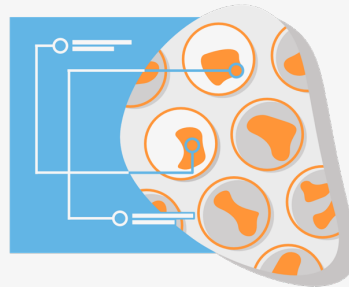
Vers une plus grande précision des bioréactions et le contrôle (semi) automatique des bioréacteurs

What's smart in BIOINDUSTRY 4.0?

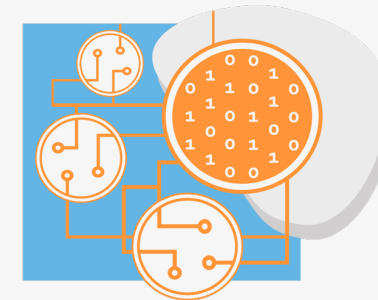
Une « fabrique de données »



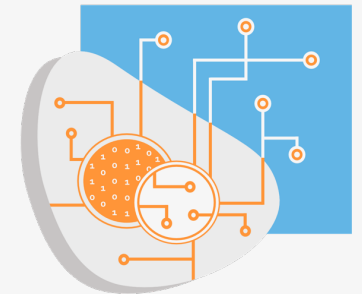
Intégration et exploitation de connaissances



Outils analytiques
(de détection en ligne)



Ombres numériques



Jumeaux numériques



La fabrique des données est une interface qui intègre des données d'origines diverses (jeu de données hétérogènes) pour ensuite les fournir aux algorithmes

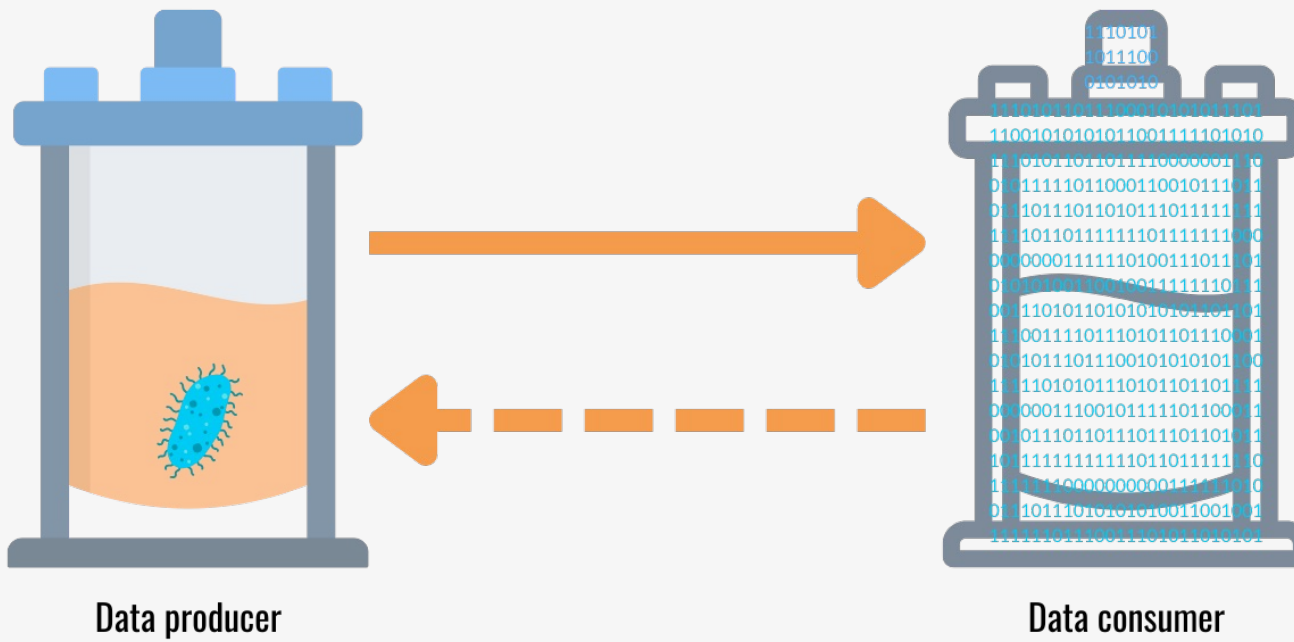


Figure: Metcalfe and Koehorst (2025)

La « fabrique de données »

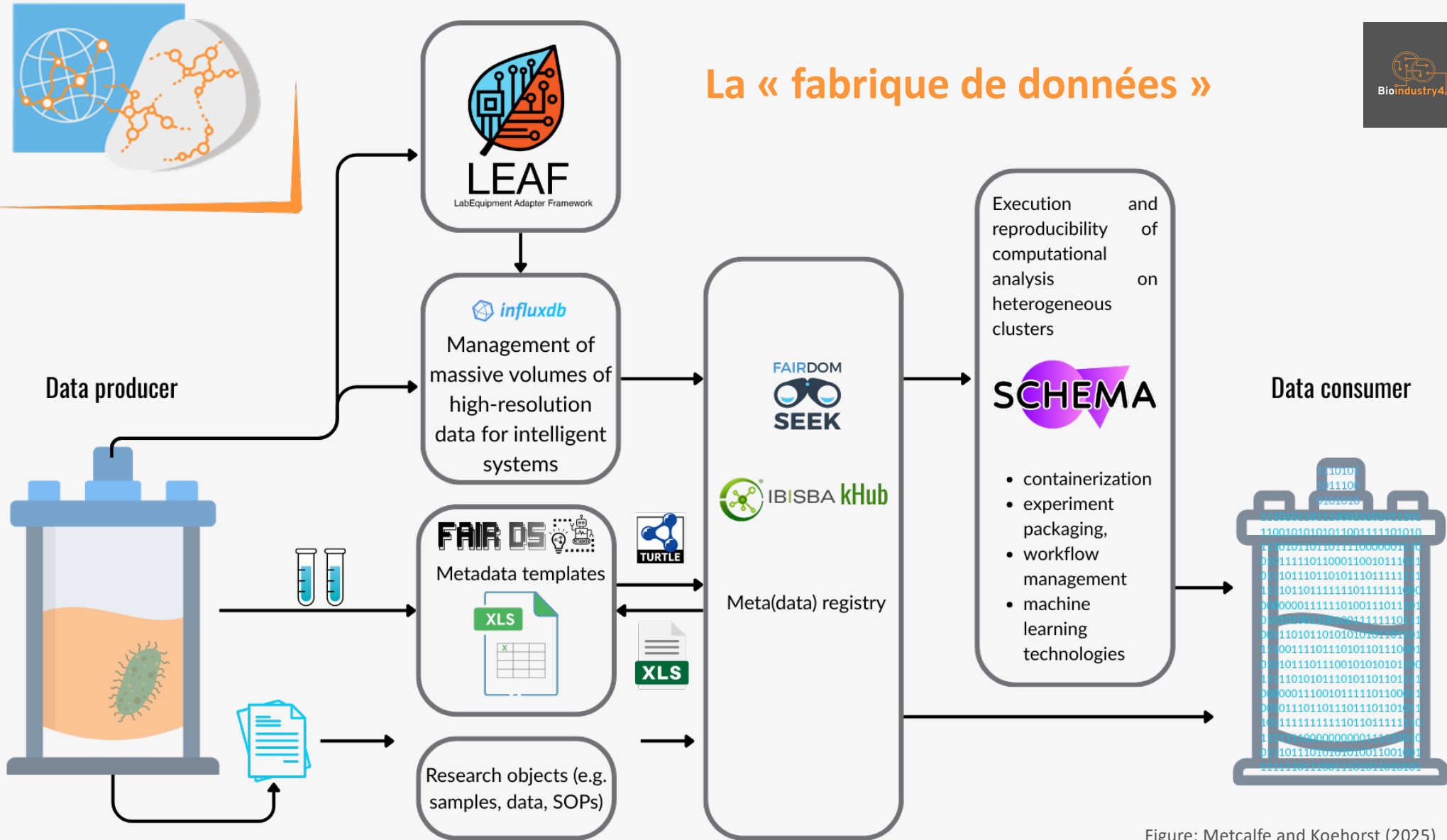
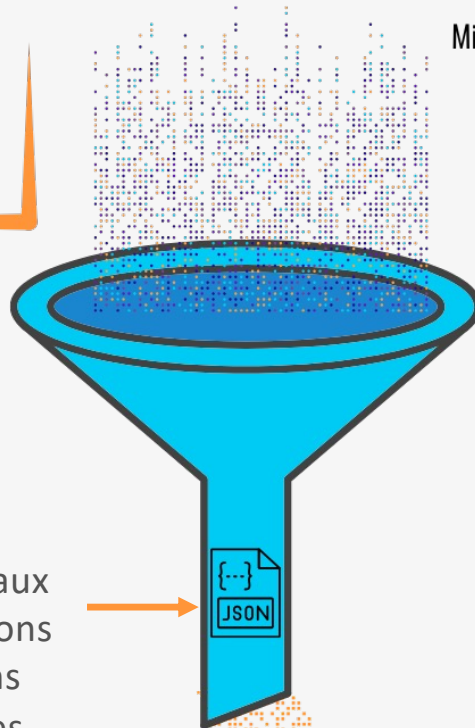
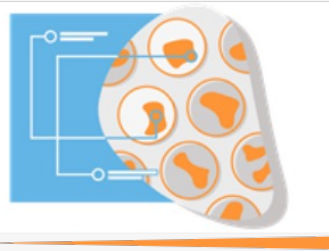


Figure: Metcalfe and Koehorst (2025)

Microbial collection data

BRENDA

Data mining



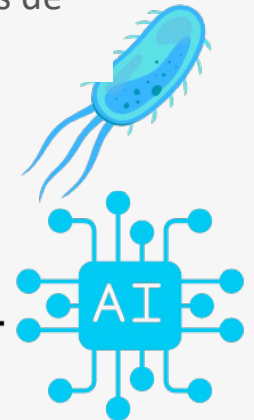
Un standard pour mieux décrire les données relatives aux différentes accessions dans des collections de microorganismes

Je cherche une souche thermophile, produisant la molécule X. Il faut que la souche soit « free to operate » et sans contrainte sanitaire (biosafety)



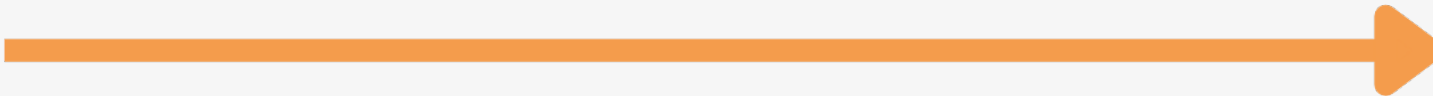
Données unifiées et étendues

Un LLM permettant d'interroger à l'aide de langage simple des bases de données de microorganismes





Data producer



Data consumer

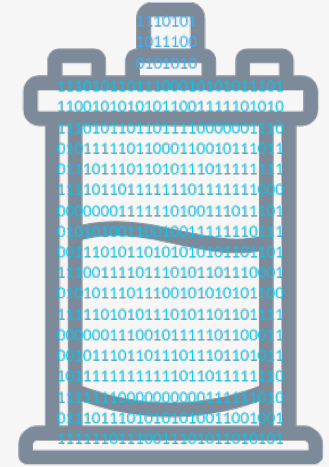
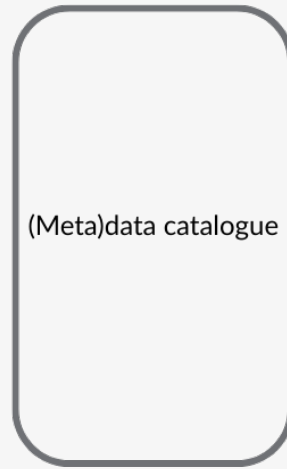
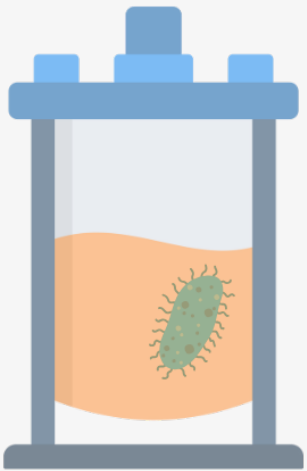
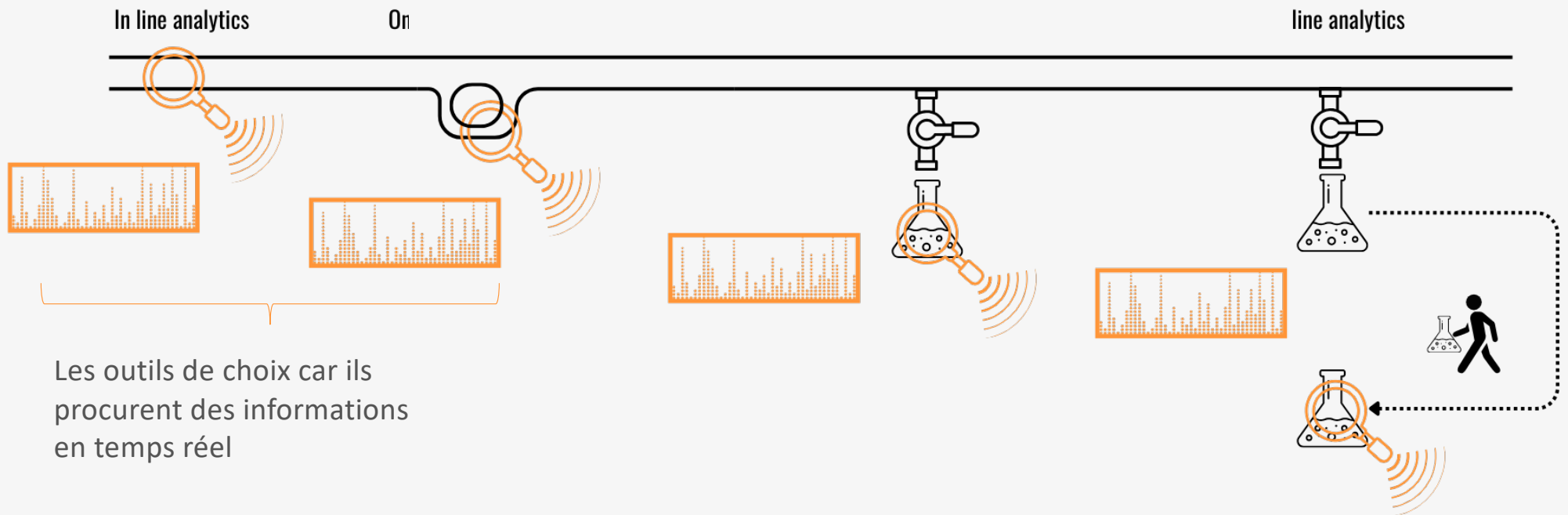


Figure: Metcalfe and Koehorst (2025)



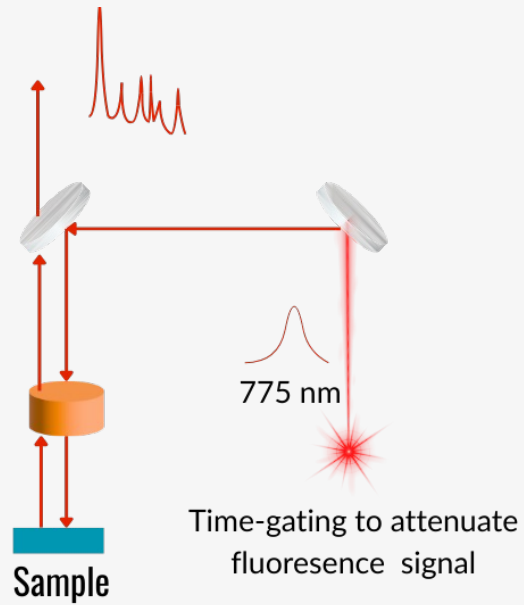
PAT (process analytical technologies) - des outils analytiques pour capter les données et rapporter sur l'état d'un système biologique





In line RAMAN detector

Détection d'une large gamme de composés d'origine biologique

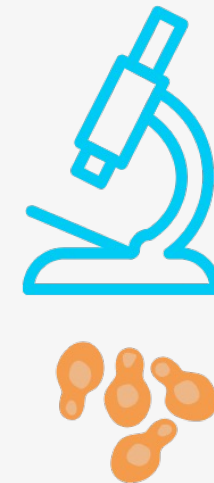


Suivi en temps réel de l'évolution des réactifs et produits



Online microscope

Analyse de l'état physiologique des cellules en croissance

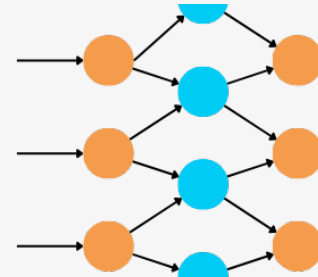


Suivi des évolutions morphologiques, phénomènes d'agrégation etc.



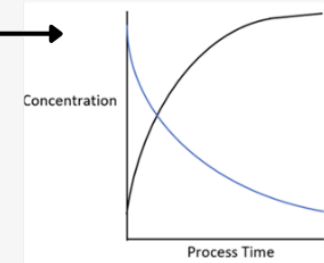
Modèles hybrides (modèles physiques et réseaux neuronaux - PINN)

Modèles hybrides (modèles physiques et réseaux neuronaux)

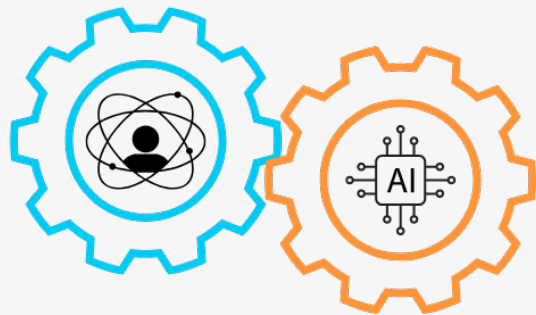
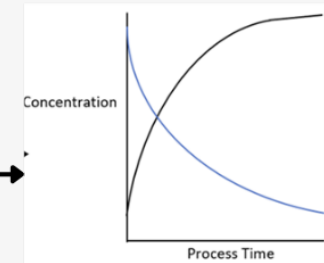


$\mu_{max}^*, K_M^*, Y_{XS}^*, a^*, t$

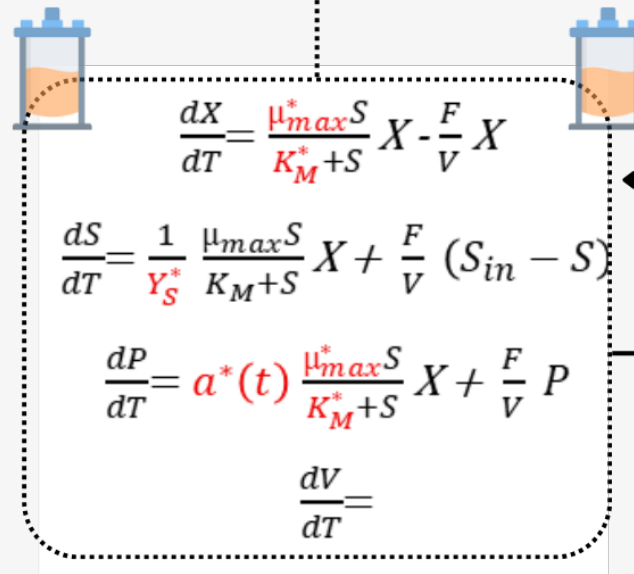
$X_{t,FB}^*, S_{0,FB}^*$



ODE Solution



Scientific Machine Learning

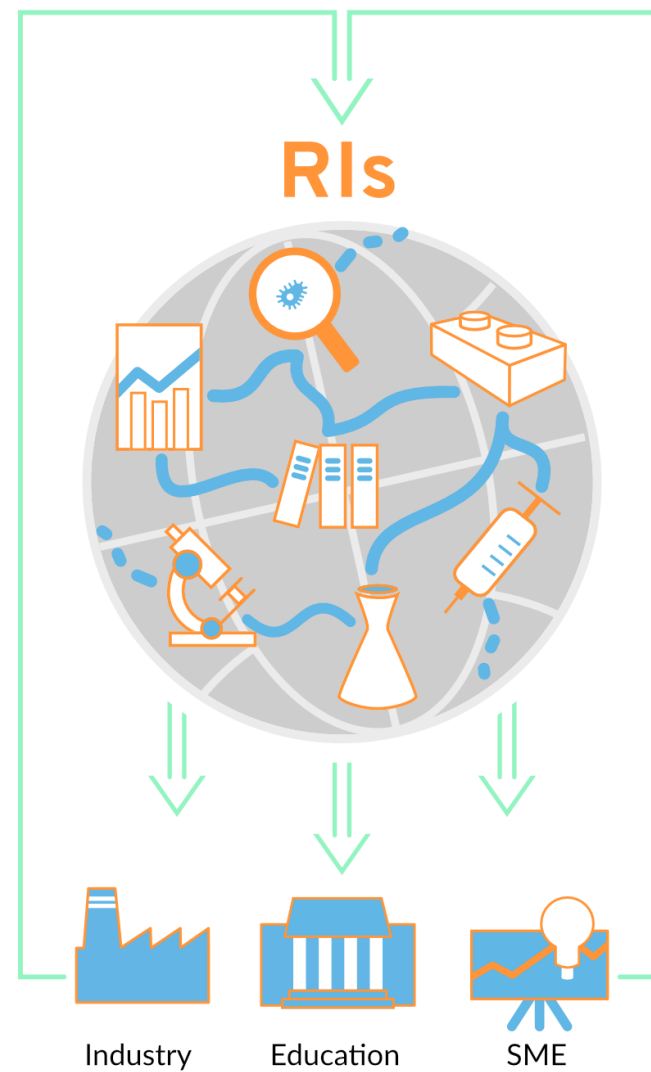


Le PINN est utilisé pour estimer des paramètres inconnus et pour prédire l'état (à venir) du système (ex. prédire l'évolution de la concentration du glucose dans le réacteur)

A la fin du projet, les technologies développées seront diffusées via les différentes infrastructures de recherches participantes, en particulier:



Research Infrastructures (RIs)





IBISBA
Inspiring Biotech Solutions



Countries represented
by single entities



Emerging national node



Growing national nodes
with political endorsement

IBISBA providing the

- collaborative framework
- governance
- scientific and technical expertise
- tools and data



IBISBA leaders

Acknowledgement of all the Bioindustry 4.0 consortium



Funded by
the European Union

Special thanks

- Brett Metcalfe and Jasper Koehorst
- Antonis Kokossis
- David-Camilo Corrales
- Lorenz Reimer and colleagues at DSMZ
- Peter Blomberg

