

IA POUR LA RECOMMANDATION D' ACTIONS DANS LES PROCESSUS

Sarra MADAD (UTT|QAD), Myriam MAUMY (EHESP), Frédéric BERTRAND (UTT) et Yoann VALERO (QAD)

CONTEXTE / POURQUOI

Dans un contexte de pression opérationnelle et d'exigence de performance, les entreprises doivent réagir vite et bien. Le *process mining* offre une vue objective et dynamique des processus réels. En y intégrant le concept de **next-best action** — c'est-à-dire l'action la plus pertinente à entreprendre à un moment précis selon les données — on passe de l'analyse à la recommandation proactive. C'est le *Prescriptive Process Monitoring* [4].

👉 **Par exemple**, dans un processus de traitement de commandes (Fig.1), le système peut recommander de prioriser une commande en retard à forte valeur ajoutée, plutôt que de suivre l'ordre habituel, afin d'éviter une pénalité contractuelle.

Date et Heure	Colis	Activité
2025-04-09 08:15	1	Enregistrement
2025-04-09 08:30	2	Enregistrement
2025-04-09 09:00	1	Prise en charge
2025-04-09 09:15	2	Prise en charge
...

Fig.1 Exemple de journal d'événement, livraison de colis.

État du colis	Dernier événement	Prochaine meilleure action
Enregistré	Enregistrement	- Planifier la prise en charge par le transporteur - Vérifier les infos d'expédition
En transit	Pris en charge	- Suivi du colis (géolocalisation, ETA) - Notification au client - Préparation logistique

Fig.2 Exemple de recommandation d'actions.

OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

L'objectif de cette recherche est de développer un système capable non seulement de recommander la **next-best action** à un instant donné pour optimiser un ou plusieurs KPIs définis, mais aussi d'anticiper l'évolution globale du processus si cette action est effectivement suivie. Le système visera à projeter les étapes restantes jusqu'à la complétion, en estimant les intervalles de temps associés à chaque activité.

MÉTHODOLOGIE

Notre approche s'appuie sur une architecture **JEPA** (Joint Embedding Predictive Architecture [1], Fig. 4), dans laquelle les encodeurs sont des réseaux de neurones à graphes (**GNN**), alimentés par des **MultiDiGraphes** enrichis des états de la cellule d'un Time-Aware LSTM (**T-LSTM** [2]). Cette combinaison permet d'exploiter à la fois la structure relationnelle du processus et sa dynamique temporelle. À partir d'un préfixe, un prédicteur estime un suffixe probable, qui est ensuite projeté dans un espace latent partagé. Cette projection permet de comparer différents scénarios et de sélectionner la séquence optimale pour anticiper un ou plusieurs KPI donnés en entrée. Les T-LSTM (Fig. 3) apportent une amélioration essentielle par rapport aux LSTM classiques : ils prennent explicitement en compte les intervalles de temps irréguliers entre les événements. Ils intègrent un mécanisme d'oubli temporel avec la formule clé modifiant l'état cellulaire :

$$\tilde{C}_{-1} = C_{t-1} \cdot \exp(-\delta_t)$$

où δ_t est une fonction de Δ_t permettant d'atténuer l'influence de l'ancien état cellulaire selon le temps écoulé.

Cela permet d'atténuer dynamiquement l'influence de l'ancien état cellulaire selon la temporalité du processus, renforçant ainsi la pertinence des recommandations d'actions.

PREMIERS RÉSULTATS (ATTENDUS) / PERSPECTIVES

Le système est en cours de développement. Toutefois, les perspectives sont prometteuses, notamment grâce à l'intégration des **JEPA**, **GNN** et **Time-Aware LSTM**. L'explicabilité sera un élément clé, avec la possibilité de visualiser la complétion du processus si l'action est prise, offrant ainsi une justification claire des décisions et optimisant la prise de décision dans des environnements complexes.

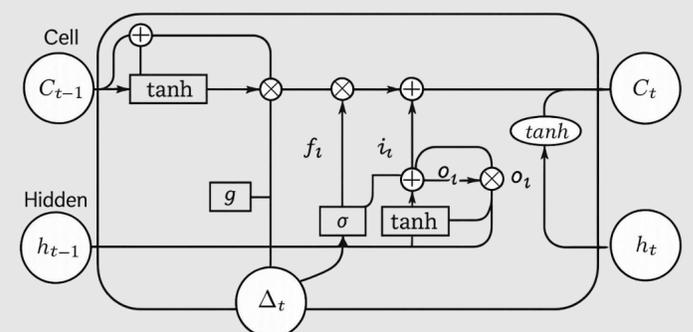


Fig.3 T-LSTM [3].

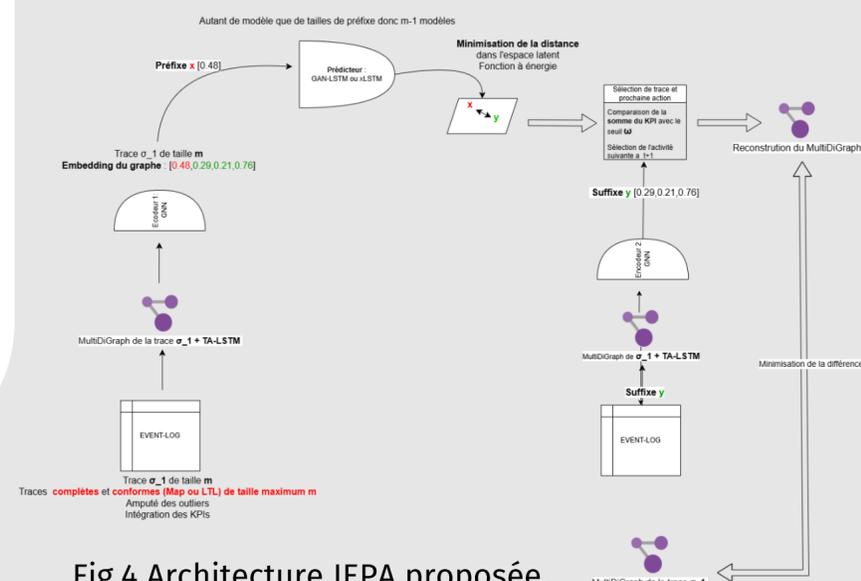


Fig.4 Architecture JEPA proposée.

RÉFÉRENCES

- [1] LeCun, Yann. "A path towards autonomous machine intelligence version 0.9. 2, 2022-06-27." *Open Review* 62.1 (2022): 1-62.
- [2] Nguyen, An, et al. "Time matters: Time-aware lstms for predictive business process monitoring." *Process Mining Workshops: ICPM 2020 International Workshops, Padua, Italy, October 5–8, 2020, Revised Selected Papers 2*. Springer International Publishing, 2021.
- [3] <https://matthew.krupczak.org/2019/09/27/time-aware-deep-learning-with-memory-t-lstm/>
- [4] Kubrak, Kateryna, et al. "Prescriptive process monitoring: Quo vadis?." *PeerJ Computer Science* 8 (2022): e1097.