

SIMULATION A ÉVÈNEMENTS DISCRETS D'UNE PLATEFORME DE SÉQUENÇAGE GÉNOMIQUE À TRÈS HAUT DÉBIT

Jules LE LAY¹, Vincent AUGUSTO², Xavier BOUCHER², Anne THOMAS³, Lionel PERRIER^{1,4}, Xiaolan XIE²

1. Léon Bérard Cancer Center, 28 rue Laënnec 69008 Lyon France.
2. Mines Saint-Étienne, Univ Clermont-Auvergne, CNRS, UMR 6158 LIMOS, Centre CIS, F-42023 Saint-Étienne, France.
3. LBMMS AURAGEN, 5 Place d'Arsonval, 69003 Lyon France.
4. GATE Lyon Saint-Étienne, UMR-CNRS 5824, University of Lyon, Lyon, France.



Objectifs

Objectif principal

Effectuer une analyse organisationnelle de la plateforme de séquençage à très haut débit AURAGEN.

Objectifs secondaires

Évaluer les besoins en ressources vis-à-vis des objectifs du Plan France Médecine Génomique (PFMG) 2025.

Identifier les potentiels goulots d'étranglement des processus (actuels ou suite à la montée en cadence de la plateforme).

Introduction

Dans le cadre du Plan France Médecine Génomique 2025 (PFMG2025)¹, deux plateformes ont été déployées pour intégrer le séquençage génomique à très haut débit à la prise en charge des patients atteints de maladies rares et de cancer. Sur la base d'échanges et observations avec les acteurs du Laboratoire de Biologie Médicale Multi Sites (LBMMS) AURAGEN, incluant le séquençage, le traitement bio-informatique et l'interprétation biologique, nous avons développé un **modèle de simulation** permettant l'évaluation des performances de la plateforme.

Méthodes

Le modèle de simulation est un **modèle hybride multi-agent**² représentant le parcours de médecine génomique du patient. Le séquençage et l'analyse bio-informatique de la plateforme ont été modélisés par des **processus à événements discrets**³. Les principales étapes de chaque processus ont été modélisées comme une étape homogène utilisant les principales ressources du laboratoire (ressources humaines, équipements, etc.). Les processus du séquençage et de l'analyse bio-informatique sont montrés en Figure 1.

Le modèle a été validé avec les responsables de chaque processus. Une analyse de sensibilité a été menée pour mesurer le comportement du modèle en fonction du rythme d'arrivée des échantillons. Une seconde expérience a permis de mesurer la capacité du modèle à s'adapter à une augmentation graduelle des arrivées d'échantillons. Celle-ci correspond à la phase de montée en charge requise pour remplir les objectifs du plan.

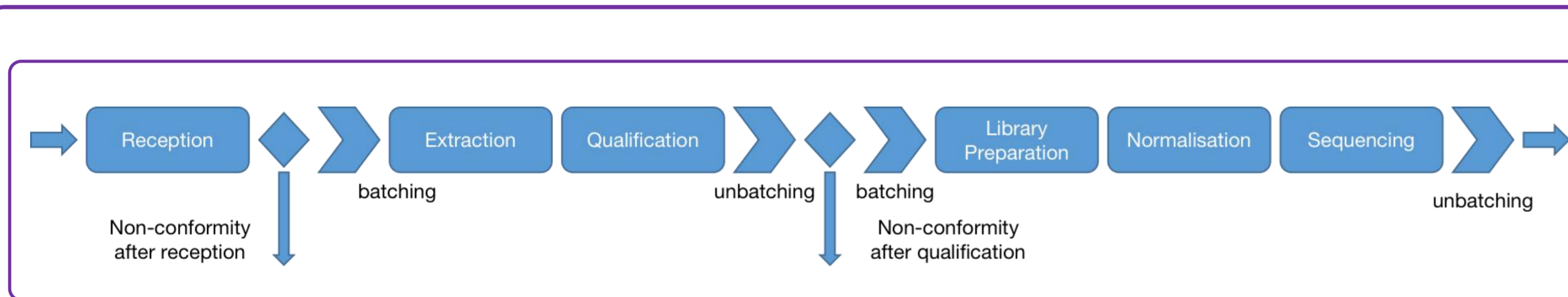


Figure 1.a : Schéma de principe du modèle de simulation du laboratoire de séquençage.

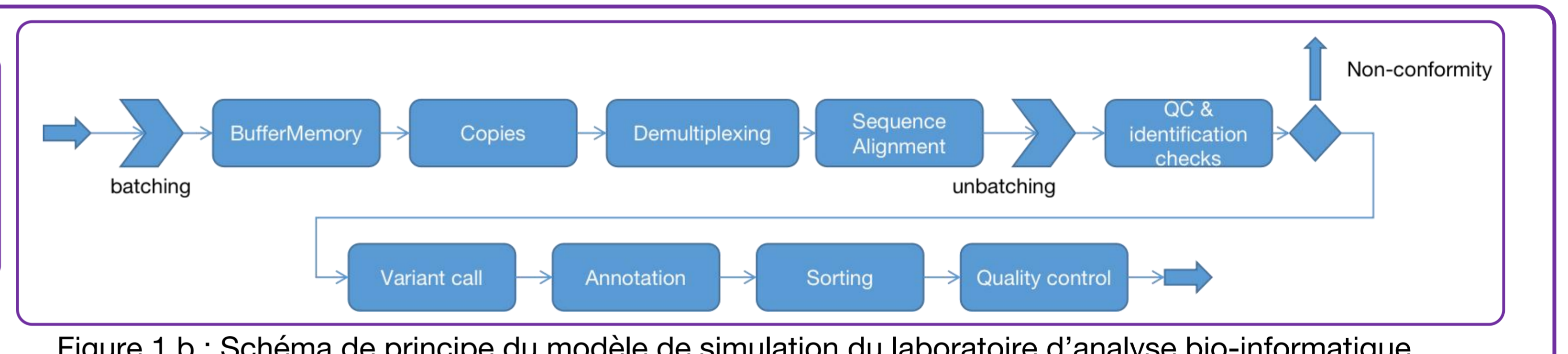


Figure 1.b : Schéma de principe du modèle de simulation du laboratoire d'analyse bio-informatique.

Figure 1 : Processus de simulation à événements discrets modélisés.

Résultats

Les résultats préliminaires montrent que le modèle de simulation est proche de la réalité en terme de temps de cycle (le temps de traitement d'un dossier, de sa réception au rendu de l'analyse aux biologistes pour l'interprétation des résultats). L'occupation des ressources humaines modélisées est détaillée en Figure 2. On remarque la saturation rapide des techniciens sur certaines étapes lorsque le rythme d'arrivée augmente (les taux d'occupation stagnent). Le goulot d'étranglement identifié par la simulation est l'étape de Qualification. L'analyse de sensibilité comme l'expérience de montée en charge suggèrent que la plateforme est proche de sa capacité maximale.

Perspectives

Des réglages supplémentaires sont nécessaires pour s'approcher encore davantage du fonctionnement actuel de la plateforme. Le planning hebdomadaire des ressources humaines que nous avons implémenté doit être affiné pour obtenir des occupations plus conformes à la réalité.

La généralisation du modèle à d'autres fonctionnements, notamment à celui de la plateforme SeqOIA, est en cours. Le détail de chaque étape, tel que la préparation des lots d'échantillons, ou le chargement des machines utilisées, est en cours d'implémentation.

Le modèle de simulation est un outil d'aide à la décision, qui peut identifier les besoins en ressources et les goulots d'étranglement du processus, et d'anticipation des besoins futurs de la plateforme.

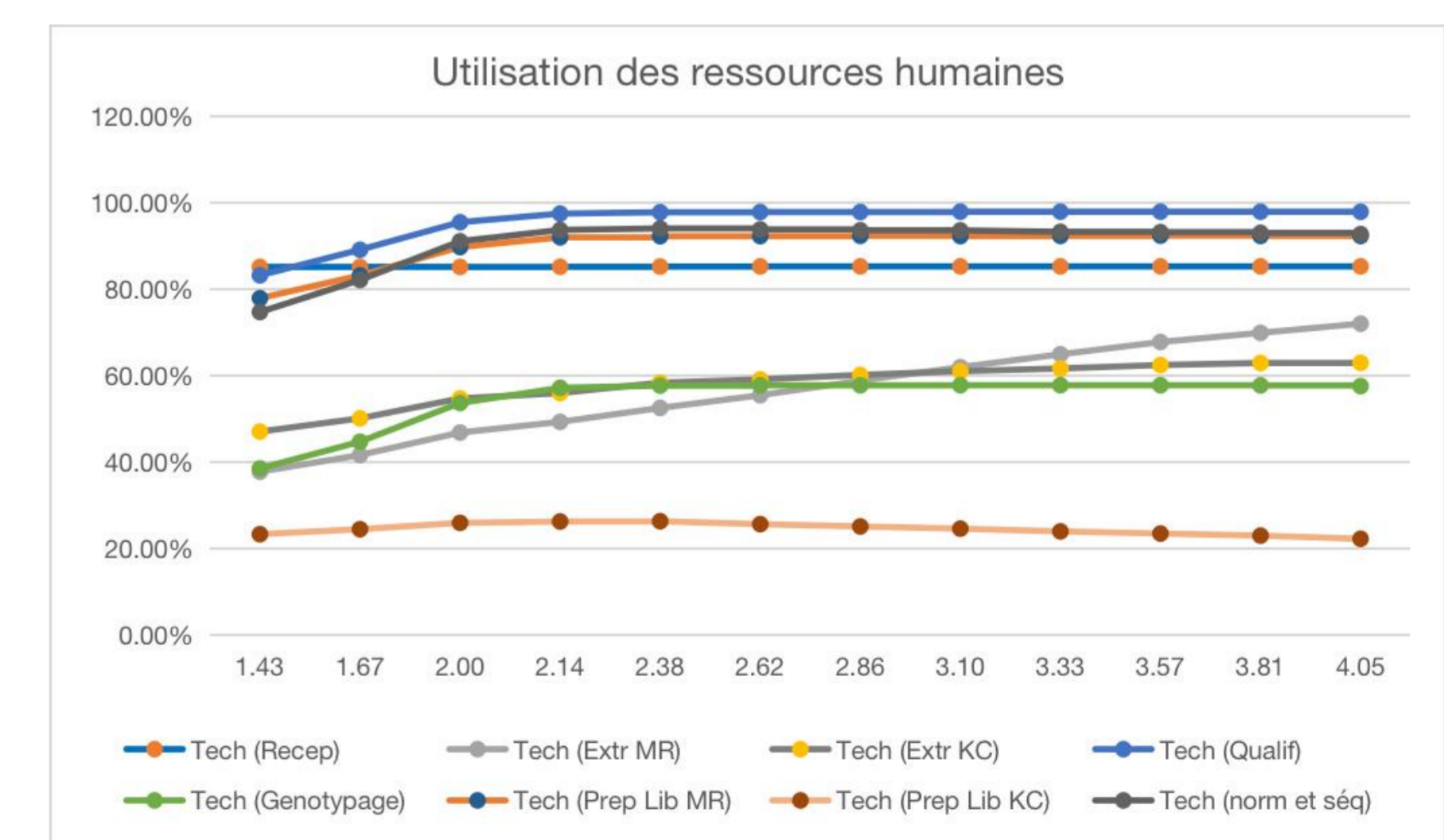


Figure 2 : Occupation des ressources humaines modélisées dans le cadre de la simulation.

Contact

Lionel Perrier:
Mail: lionel.perrier@lyon.unicancer.fr
Tél: 04 78 78 29 08 (04 69 85 61 00)

Institutions/consortiums impliqués

GCS AURAGEN et SeqOIA,
École des Mines de Saint-Étienne.



Source de financement

Ce projet est financé par la DGOS dans le cadre du PFMG 2025.

Bibliographie

1. Plan France médecine génomique <https://pfgm2025.aviesan.fr/>
2. C M Macal & M J North (2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation, *Journal of Simulation*, 4:3, 151-162, DOI: 10.1057/jos.2010.3
3. Brailsford, S.C., & Hilton, N.A. (2001). A comparison of discrete event simulation and system dynamics for modelling health care systems. In, Riley, J. (ed.) *Planning for the Future: Health Service Quality and Emergency Accessibility. Operational Research Applied to Health Services (ORAHs) (01/01/01)* Glasgow Caledonian University.