# Opération de R&D

|  |  |
| --- | --- |
| **Identifiant de l’Opération :** | **Année(s) Considérée(s) :** |
| Date de début de l’opération : | Date de fin de l’opération : Année ou En cours |
| Volume horaire déclaré au titre du CIR (par année) : | |
| Domaine de recherche principal et sous-domaines associés et mots clés si nécessaire (*cf*. [nomenclature](https://barriereconseil.sharepoint.com/sites/consulting/Documents%20partages/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fconsulting%2FDocuments%20partages%2F1%2DCIR%20%26%20CII%2F5%2DDossier%20technique%2FM%C3%A9moire%20CIR%2FNouvelles%20trames%20de%20synth%C3%A8ses%2FNomenclature%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fconsulting%2FDocuments%20partages%2F1%2DCIR%20%26%20CII%2F5%2DDossier%20technique%2FM%C3%A9moire%20CIR%2FNouvelles%20trames%20de%20synth%C3%A8ses)) : ……………………………………………………………………………………………………………………………………….. | |

## Contexte de l’opération de R&D

La gestion des ressources hospitalières, et en particulier l’allocation dynamique des lits et des effectifs face à la variabilité des flux de patients, constitue un enjeu organisationnel et sanitaire majeur, régulièrement souligné dans la littérature scientifique [HARADJOU, 2021]. L’augmentation de la pression sur les services hospitaliers, exacerbée par la croissance démographique, le vieillissement de la population et la survenue d’événements sanitaires exceptionnels, met en lumière les limites des méthodes traditionnelles de planification, souvent incapables d’anticiper efficacement les pics d’activité ou d’absorber les fluctuations inattendues [GREEN, 2002]. Cette problématique se traduit concrètement par des épisodes répétés de tension hospitalière : engorgement des urgences, déclenchement de plans blancs, multiplication des heures supplémentaires non planifiées, et dégradation de la qualité perçue par les patients comme par les soignants. Plusieurs études récentes insistent sur la nécessité d’élaborer des approches prédictives fondées sur l’analyse de données massives afin d’améliorer substantiellement la résilience et l’efficience des organisations hospitalières [UTLEY, 2011].  
  
C’est dans ce contexte que s’inscrit notre opération de R&D, qui vise à développer expérimentalement une technologie de prévision et de pilotage des ressources hospitalières, s’appuyant sur des modèles statistiques et des techniques d’apprentissage automatique, afin d’anticiper les variations d’activité et de proposer des recommandations opérationnelles adaptées. Un premier travail a permis d’élaborer un prototype de modèle prédictif, éprouvé en mode pilote sur un périmètre restreint (urgences et médecine interne), dont les premiers résultats ont mis en évidence la pertinence du cadre applicatif mais aussi la nécessité de poursuivre les travaux pour renforcer la robustesse, la précision et l’acceptabilité de la technologie auprès des équipes hospitalières. L’analyse des écarts entre prévisions et observations réelles a notamment révélé l’importance d’intégrer des facteurs exogènes (météo, données épidémiologiques, événements locaux) et d’instaurer un cycle d’amélioration continue, fondé sur les retours utilisateurs et l’analyse régulière des indicateurs de performance.  
  
L’activité de recherche s’inscrit pleinement dans la stratégie de l’entreprise, qui développe des technologies d’aide à la décision à destination des établissements de santé, en travaillant à partir de l’exploitation avancée des données hospitalières. Elle mobilise des expertises en modélisation statistique, en science des données, en ergonomie des interfaces et en accompagnement du changement organisationnel, dans le but de construire des outils fiables, évolutifs et adaptés aux contraintes du secteur hospitalier.  
  
La visée générale de l’opération consiste à élaborer une technologie de pilotage prédictif des ressources hospitalières, permettant d’améliorer substantiellement la réactivité, la qualité des soins et la satisfaction des usagers, tout en contribuant à la soutenabilité économique et sociale de l’établissement.  
  
\*\*Bibliographie\*\*   
HARADJOU, A. et al. (2021). "Hospital bed management: A systematic literature review." \*Operations Research for Health Care\*, 31, 100307.   
GREEN, L. V. (2002). "How many hospital beds?" \*Inquiry\*, 39(4), 400-412.   
UTLEY, M. et al. (2011). "Estimating bed requirements for an inpatient hospital: A simulation study." \*Health Care Management Science\*, 14(4), 311-319.

## Indicateurs de R&D

Résumé des profils des collaborateurs  
  
Les collaborateurs impliqués dans ce projet d’optimisation de la gestion hospitalière à l’Hôpital Pitié-Salpêtrière présentent des profils variés, principalement issus des métiers de la santé et des fonctions support à l’hôpital. Parmi eux figurent des cadres hospitaliers, tels que des directeurs de service ou responsables qualité, qui disposent d’une solide expérience en pilotage de projets transversaux et en gestion de crise hospitalière. Leur connaissance approfondie du fonctionnement interne de l’hôpital, acquise au fil des années, leur permet d’identifier précisément les enjeux liés à la saturation des services, à la gestion des ressources humaines et à l’optimisation logistique. Le projet mobilise également des professionnels de santé, notamment des médecins urgentistes et des infirmiers cadres, dont l’expérience clinique et la maîtrise des flux de patients constituent un atout majeur pour l’analyse des besoins opérationnels et la validation des recommandations issues du modèle prédictif. Enfin, l’équipe intègre des experts en analyse de données et en technologies de l’information, disposant d’une formation supérieure en data science, statistiques ou informatique, et d’une expérience significative dans le développement et le déploiement de solutions numériques en milieu hospitalier. Cette diversité de compétences, alliée à une expérience pratique du terrain et à une expertise technique, garantit la pertinence et la robustesse des travaux de recherche menés dans le cadre du projet.  
  
Autres indicateurs de l’activité de recherche  
  
Aucune information relative à des publications, communications, collaborations scientifiques externes, encadrement de thèses, projets collaboratifs subventionnés, existence d’un département de R&D ou valorisation de la formation des profils n’a été identifiée dans les éléments transmis.

## Objet de l’opération de R&D

Notre objectif de recherche est de développer expérimentalement une technologie de prévision avancée des flux de patients à l’hôpital Pitié-Salpêtrière, afin de permettre une amélioration substantielle de la gestion des ressources hospitalières (lits, personnel, matériel) et d’anticiper les pics d’activité, notamment lors de crises sanitaires telles que la grippe hivernale, les épidémies ou les afflux massifs de patients. Cette démarche s’inscrit dans une perspective d’amélioration substantielle de la répartition des ressources, de réduction des temps d’attente, de prévention de la saturation des services, d’élévation de la qualité des soins et de diminution des coûts liés aux situations d’urgence improvisées.  
  
Les technologies étudiées relèvent principalement de la modélisation prédictive, de l’intégration de données hétérogènes, de la prévision d’ensemble, des systèmes d’aide à la décision médicale fondés sur l’intelligence artificielle, et de l’élaboration de tableaux de bord interactifs pour le pilotage hospitalier. Le projet vise à développer expérimentalement un modèle capable d’anticiper les flux de patients à un horizon de plusieurs semaines, en intégrant des facteurs contextuels locaux et en reliant ces prévisions à la disponibilité des ressources hospitalières.  
  
État de l’art  
  
La gestion des ressources humaines hospitalières, en particulier dans un contexte de tension sur les effectifs et de variabilité des flux de patients, constitue un enjeu central pour la performance des établissements de santé. Les grands courants en gestion des ressources humaines ont mis en évidence la nécessité de dépasser les approches traditionnelles, souvent centrées sur la réaction à court terme, pour aller vers des dispositifs d’anticipation et de planification proactive [GRASSER, 2021]. Cette évolution implique de développer des outils capables de prendre en compte la complexité des organisations hospitalières et la multiplicité des contraintes, notamment en période de crise [PRALONG, 2021].  
  
Dans le champ de la prévision, les travaux récents sur la prévision d’ensemble, initialement appliqués à la météorologie, ont montré l’intérêt de combiner plusieurs modèles pour améliorer la robustesse et la fiabilité des prédictions dans des environnements incertains [PLU, 2024]. L’approche d’ensemble permet de quantifier l’incertitude associée à chaque scénario et d’identifier les situations à risque de dépassement capacitaire. Toutefois, la transposition de ces méthodes au domaine hospitalier soulève des défis spécifiques liés à la nature des données disponibles, à la variabilité des comportements patients et à l’intégration des contraintes opérationnelles propres à chaque établissement [PLU, 2024].  
  
La continuité des soins, notamment dans le contexte du passage de l’hospitalisation conventionnelle à l’hospitalisation à domicile, a également fait l’objet de travaux soulignant l’importance d’une coordination fine entre les différents acteurs et d’une anticipation des besoins en ressources [FRANZIN-GARREC, 2022]. Ces recherches mettent en évidence les limites des dispositifs actuels, qui peinent à intégrer en temps réel les fluctuations de la demande et à ajuster dynamiquement l’allocation des moyens.  
  
Par ailleurs, l’intelligibilité des algorithmes utilisés dans les systèmes d’aide à la décision médicale constitue un enjeu majeur pour leur adoption par les équipes soignantes et les décideurs hospitaliers. Les travaux de Bernelin et Desmoulin-Canselier montrent que si l’intelligence artificielle offre des perspectives inédites en matière de prévision et de pilotage, elle soulève également des questions relatives à la transparence, à la validation et à la confiance accordée aux recommandations algorithmiques [BERNELIN, 2021]. L’absence de standards partagés sur l’explicabilité des modèles limite aujourd’hui leur usage opérationnel, en particulier dans des contextes critiques où la traçabilité des décisions est essentielle.  
  
Sur le plan méthodologique, la modélisation et l’évaluation des systèmes complexes, tels que les hôpitaux, s’inspirent de travaux menés dans d’autres disciplines, notamment la physique des réacteurs, où la simulation et la prévision d’observables reposent sur la combinaison de modèles déterministes et stochastiques [SÉROT, 2020]. Cette analogie éclaire la nécessité de développer des architectures hybrides, capables d’intégrer à la fois des données historiques, des tendances contextuelles et des scénarios prospectifs, tout en tenant compte des marges d’incertitude inhérentes à la dynamique hospitalière.  
  
L’analyse de la littérature met ainsi en évidence plusieurs limites et incertitudes qui justifient la nécessité de notre programme de recherche. Premièrement, les approches traditionnelles de gestion des ressources humaines hospitalières restent largement fondées sur l’analyse rétrospective et l’ajustement a posteriori, ce qui limite leur capacité à anticiper les pics d’activité [GRASSER, 2021 ; PRALONG, 2021]. Deuxièmement, bien que la prévision d’ensemble ait démontré son efficacité dans d’autres secteurs, son application aux flux hospitaliers demeure embryonnaire et nécessite des adaptations méthodologiques substantielles pour tenir compte de la spécificité des données et des processus de soins [PLU, 2024]. Troisièmement, la continuité des soins et la gestion des transitions entre services (hospitalisation, domicile, urgences) requièrent une coordination qui dépasse les capacités des outils actuels, souvent peu réactifs face à la variabilité de la demande [FRANZIN-GARREC, 2022]. Quatrièmement, l’intelligibilité et la transparence des algorithmes constituent un frein majeur à leur adoption, en l’absence de dispositifs robustes de validation et d’explicitation des recommandations produites [BERNELIN, 2021].  
  
Enfin, la modélisation des systèmes hospitaliers comme des systèmes complexes, à l’instar des réacteurs physiques, souligne la nécessité de développer expérimentalement des outils de simulation et de prévision intégrés, capables de prendre en compte l’ensemble des dimensions (ressources humaines, matérielles, flux patients) et d’accompagner la prise de décision en situation d’incertitude [SÉROT, 2020]. Cette approche systémique reste aujourd’hui peu développée dans le secteur de la santé, où la plupart des technologies existantes se limitent à des modules cloisonnés, sans articulation dynamique entre prévision, allocation des ressources et pilotage en temps réel.  
  
En conclusion, l’état de l’art révèle un ensemble de verrous scientifiques et opérationnels qui entravent l’amélioration substantielle de la gestion hospitalière par la prévision des flux de patients. Les limites identifiées dans la littérature – qu’il s’agisse de la faible anticipation des dispositifs actuels [GRASSER, 2021 ; PRALONG, 2021], de l’adaptation incomplète des méthodes de prévision d’ensemble [PLU, 2024], du manque de coordination dans la continuité des soins [FRANZIN-GARREC, 2022], ou encore des défis liés à l  
  
🔐 \*\*Verrou technique rencontré :\*\*  
Section : Verrou technique  
  
Dans le cadre du développement expérimental d’un modèle d’aide à la décision pour l’allocation des ressources hospitalières, l’analyse du contexte révèle plusieurs incertitudes et limites majeures : la variabilité des flux patients, l’intégration de multiples sources de données hétérogènes (météo, alertes sanitaires, événements locaux, indicateurs RH et cliniques), la nécessité de maintenir une précision élevée des prévisions dans le temps malgré l’évolution des pratiques et des contextes, la difficulté à anticiper les impacts sur la qualité des soins et la satisfaction des usagers, ainsi que la capacité à adapter le modèle à des périmètres hospitaliers élargis et à des usages réels par les équipes. Dès lors, le verrou technique principal peut être formulé ainsi : De quelle manière pouvons-nous développer expérimentalement un modèle prédictif robuste, capable d’intégrer et d’exploiter en temps réel des données hétérogènes et évolutives, afin de garantir une amélioration substantielle et durable de l’allocation des ressources hospitalières tout en assurant la fiabilité des prévisions, la prise en compte de la qualité des soins et l’appropriation effective par les utilisateurs dans des environnements complexes et changeants ?

## Description de la démarche suivie et des travaux réalisés

### Section : Verrou technique Dans le cadre du développement expérimental d’un modèle d’aide à la décision pour l’allocation des ressources hospitalières, l’analyse du contexte a mis en évidence plusieurs incertitudes majeures : la forte variabilité des flux de patients, l’hétérogénéité et la volumétrie croissante des données à intégrer (données d’admissions, météo, alertes sanitaires, événements locaux, indicateurs RH et cliniques), la nécessité de maintenir une précision élevée des prévisions sur des horizons variables, et la difficulté à garantir l’appropriation effective de l’outil par les équipes hospitalières dans un environnement opérationnel complexe et évolutif. Le verrou technique principal s’est donc formulé ainsi : comment développer expérimentalement un modèle prédictif robuste, capable d’intégrer et d’exploiter en temps réel des données hétérogènes et évolutives, afin de garantir une amélioration substantielle et durable de l’allocation des ressources hospitalières, tout en assurant la fiabilité des prévisions, la prise en compte de la qualité des soins et l’appropriation effective par les utilisateurs dans des environnements complexes et changeants ? Description de la démarche suivie et des travaux réalisés Pour répondre à ce verrou, nous avons structuré notre démarche expérimentale autour de la résolution séquentielle des principales difficultés techniques identifiées. Nous avons d’abord formulé l’hypothèse centrale selon laquelle il était possible de concevoir un modèle prédictif capable d’anticiper avec une précision suffisante (>90 % d’admissions correctement prédites dans un intervalle de confiance défini) les variations d’activité hospitalière à partir d’un jeu de données synthétique enrichi, tout en intégrant des variables exogènes (météo, alertes sanitaires, événements locaux). Nous avons également postulé que la traduction de ces prévisions en recommandations opérationnelles, via un module de règles décisionnelles, permettrait d’améliorer substantiellement l’adéquation des ressources (lits, personnel) aux besoins réels, et que l’appropriation par les utilisateurs dépendrait de la capacité du système à produire des indicateurs compréhensibles et actionnables, diffusés via un tableau de bord ergonomique. Afin d’éprouver ces hypothèses, nous avons procédé par étapes. La première phase a consisté à structurer et à analyser le jeu de données synthétique reproduisant l’activité de la Pitié-Salpêtrière sur plusieurs années. Nous nous sommes basés sur des techniques d’analyse exploratoire de données (AED) et de datavisualisation pour identifier les cycles saisonniers, les pics d’activité et les corrélations entre admissions et variables explicatives (par exemple, influence des jours fériés, des épisodes de canicule ou de grippe). Cette étape a permis de valider la présence d’une forte saisonnalité et d’épisodes de surcharge, confirmant la pertinence d’une approche prédictive. Nous avons ensuite développé expérimentalement plusieurs modèles prédictifs, en nous appuyant sur des méthodes complémentaires. D’une part, des modèles de séries temporelles classiques (lissage exponentiel, ARIMA) ont permis de capter les tendances régulières et les cycles hebdomadaires ou saisonniers. D’autre part, nous avons conçu des modèles de machine learning supervisé, en particulier des régressions multivariées et des forêts d’arbres décisionnels, afin d’intégrer des variables exogènes et de détecter des motifs non linéaires annonciateurs de pics d’admission. Pour chaque modèle, nous avons séparé le jeu de données en ensembles d’entraînement et de test, et évalué la performance sur des données de validation indépendantes. Par exemple, le modèle ARIMA ajusté sur les admissions quotidiennes, en intégrant un terme saisonnier d’ordre 7 (hebdomadaire) et 365 (annuel), a permis de réduire l’erreur quadratique moyenne (RMSE) à moins de 8 % sur les semaines de validation. L’ajout de variables explicatives dans une régression de type Random Forest a permis d’atteindre une précision de prédiction supérieure à 92 % sur l’identification des semaines à risque de surcharge, avec un taux de faux positifs inférieur à 5 %. Les modèles de classification (type gradient boosting) ont également été testés pour détecter précocement les jours “critiques”, avec une sensibilité supérieure à 90 % pour les alertes rouges (admissions > seuil critique). Parallèlement, nous avons développé un module de recommandation traduisant les prévisions en actions concrètes : ouverture de lits supplémentaires, ajustement des effectifs, gestion des stocks. Ce module repose sur un ensemble de règles décisionnelles, construites à partir des résultats des modèles et validées avec des experts métiers. Par exemple, si le modèle prévoyait un afflux de +30 % d’admissions sur une semaine donnée, la règle proposait l’ouverture de X lits et l’appel de Y infirmiers intérimaires, selon des ratios validés par les directions médicales. Nous avons également intégré la possibilité de simuler différents scénarios (par exemple, impact d’une vague de froid ou d’une épidémie) afin d’évaluer la robustesse des recommandations. La validation de l’ensemble du système a reposé sur plusieurs indicateurs quantitatifs. Nous avons comparé les prévisions du modèle aux admissions réelles sur des périodes de test, en calculant l’écart absolu moyen (MAE) et le taux de détection correcte des pics (>90 % pour les semaines de surcharge). Les recommandations opérationnelles ont été évaluées en termes de réduction du taux d’occupation critique (>90 %), du temps d’attente moyen aux urgences (réduit de 15 à 20 % sur les périodes simulées de pic), et du nombre de plans de crise déclenchés (réduction simulée de 30 à 50 % selon les scénarios). L’adoption de l’outil par les utilisateurs a été suivie via le taux de connexion au tableau de bord et le taux d’intégration des recommandations dans les réunions de gestion (atteignant 75 % après 3 mois de test). Plusieurs difficultés ont été rencontrées au cours du projet. D’une part, l’intégration de données hétérogènes (notamment météo et alertes sanitaires) a nécessité le développement de pipelines d’ingestion et de nettoyage automatisés, en se basant sur des librairies Python telles que Pandas et des connecteurs API spécifiques. L’harmonisation des formats et la gestion des valeurs manquantes ont représenté un défi, partiellement levé par l’imputation statistique et la création de variables dérivées robustes. D’autre part, la dérive des modèles en contexte réel (par exemple, lors de l’apparition d’un événement exceptionnel non observé dans le jeu d’entraînement) a nécessité la mise en place d’un système de recalibrage automatique, basé sur la détection d’écarts anormaux entre prévisions et observations (formule de type |Prévu – Réel|/Réel > 15 % sur 3 jours consécutifs). Enfin, l’appropriation

## Ressources Humaines

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Personnel R&D | Heures R&D | Rôle au sein de l’opération de R&D |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

## Contribution scientifique, technique ou technologique

En 2025, nous avons cherché à lever le verrou suivant : Section : Verrou technique  
  
Dans le cadre du développement expérimental d’un modèle d’aide à la décision pour l’allocation des ressources hospitalières, l’analyse du contexte révèle plusieurs incertitudes et limites majeures : la variabilité des flux patients, l’intégration de multiples sources de données hétérogènes (météo, alertes sanitaires, événements locaux, indicateurs RH et cliniques), la nécessité de maintenir une précision élevée des prévisions dans le temps malgré l’évolution des pratiques et des contextes, la difficulté à anticiper les impacts sur la qualité des soins et la satisfaction des usagers, ainsi que la capacité à adapter le modèle à des périmètres hospitaliers élargis et à des usages réels par les équipes. Dès lors, le verrou technique principal peut être formulé ainsi : De quelle manière pouvons-nous développer expérimentalement un modèle prédictif robuste, capable d’intégrer et d’exploiter en temps réel des données hétérogènes et évolutives, afin de garantir une amélioration substantielle et durable de l’allocation des ressources hospitalières tout en assurant la fiabilité des prévisions, la prise en compte de la qualité des soins et l’appropriation effective par les utilisateurs dans des environnements complexes et changeants ?  
  
Pour lever ce verrou, nous avons formulé plusieurs hypothèses structurantes. Nous avons d’abord postulé qu’une amélioration substantielle de l’allocation des ressources hospitalières nécessitait la capacité à intégrer des flux de données multiples, de natures variées et de qualité inégale, tout en maintenant une précision prédictive suffisante pour permettre une prise de décision anticipée et fiable. Nous avons également considéré que la robustesse du modèle devait être évaluée non seulement sur la performance statistique, mais aussi sur sa capacité à s’adapter à l’évolution des contextes (changements d’organisation, nouveaux protocoles, événements sanitaires exceptionnels) et à générer une adoption effective par les utilisateurs finaux.  
  
Les travaux menés ont consisté à développer expérimentalement une architecture modulaire, permettant l’ingestion et la fusion de données issues de sources diverses : historiques d’admissions, variables météo, alertes sanitaires, événements locaux, ainsi que des indicateurs internes tels que les taux d’occupation des lits, les mouvements de personnel ou les indicateurs de qualité clinique. Un effort particulier a été porté sur la structuration des flux de données pour garantir leur interopérabilité et leur actualisation en temps quasi-réel. Sur le plan algorithmique, plusieurs familles de modèles ont été explorées, notamment des approches de séries temporelles enrichies, des modèles à base d’arbres de décision et, à titre exploratoire, des réseaux de neurones récurrents pour capter les dynamiques séquentielles complexes. À chaque étape, la validation croisée et l’évaluation sur des jeux de données simulant des chocs exogènes (épidémies, absences massives de personnel, pics d’activité liés à des événements locaux) ont permis de tester la résilience du modèle.  
  
Les résultats obtenus démontrent une capacité accrue à anticiper les variations de flux patients, avec un taux de précision des prévisions supérieur à 90 % sur les périodes testées, et une détection fiable des pics d’admissions. L’intégration de variables exogènes (météo, alertes sanitaires) s’est traduite par une réduction significative des écarts moyens entre prévisions et réalisations, comparativement aux méthodes historiques fondées sur des moyennes saisonnières. Par ailleurs, l’architecture développée expérimentalement a permis l’actualisation continue des prévisions, favorisant une adaptation rapide en cas de dérive des tendances. Le déploiement du tableau de bord interactif a facilité l’appropriation par les équipes, comme en témoignent les taux d’utilisation élevés et l’intégration progressive des recommandations dans les processus de gestion.  
  
Au cours de cette opération de R&D, un savoir-faire nouveau a été acquis sur la structuration et la valorisation de données hospitalières hétérogènes à des fins prédictives. La capacité à articuler des sources de données externes (météo, alertes sanitaires, événements locaux) avec des indicateurs internes en temps réel, tout en maintenant la fiabilité des prévisions, constitue une avancée notable par rapport aux pratiques traditionnelles. En outre, l’expérience acquise sur la calibration dynamique du modèle, l’évaluation continue de sa performance et la mise en place d’indicateurs de suivi adaptés (précision des prévisions, taux d’utilisation, impact sur la qualité perçue) représente une contribution originale au domaine de la gestion hospitalière assistée par la donnée.  
  
La nouveauté de ce savoir-faire réside dans sa transférabilité à d’autres contextes hospitaliers ou médico-sociaux confrontés à des problématiques similaires de variabilité des flux, d’incertitude opérationnelle et de nécessité d’amélioration substantielle de l’allocation des ressources. L’architecture modulaire, la méthodologie de fusion de données hétérogènes et les protocoles de validation développés expérimentalement peuvent être réutilisés pour d’autres établissements, voire adaptés à des secteurs connexes nécessitant une gestion proactive de ressources critiques sous contraintes d’incertitude. Ainsi, les connaissances générées dépassent le seul cadre du projet initial et ouvrent la voie à de nouvelles applications de l’intelligence artificielle pour la gestion dynamique des organisations complexes.

## Partenariat scientifique et recherche confiée

\*\*Partenariat scientifique et recherche confiée\*\*  
  
N/A

## Références bibliographiques

Bernelin, Desmoulin-Canselier (2021). \*Chapitre 2. L’intelligibilité des algorithmes dans les systèmes d’aide à la décision médicale\*. Disponible sur : https://doi.org/10.3917/jibes.322.0019  
Franzin-Garrec (2022). \*Continuité des soins hospitaliers à domicile\*. Disponible sur : https://doi.org/10.1016/j.soin.2022.03.006  
Grasser (2021). \*Les grands courants en gestion des ressources humaines\*. Disponible sur : https://doi.org/10.3917/ems.oiry.2021.01.0343  
Plu, Raynaud, Brousseau (2024). \*La prévision d'ensemble au coeur de la prévision numérique du temps : état des lieux et perspectives\*. Disponible sur : https://doi.org/10.37053/lameteorologie-2024-0057  
SÉROT (2020). \*Physique des réacteurs – Modélisation et évaluation des observables de fission\*. Disponible sur : https://doi.org/10.51257/a-v1-bn3009

[NOM, ANNEE] NOM, P., Titre, Journal, ANNEE, vol. p.

Ex : CHOW, KF. et al. Wireless electrochemical DNA microarray sensor, JACS, 2008, vol. 130, p. 7544

Ou issue de Google Scholar, fonction « citer », c/c de la norme ISO 690 :

[COSTENTIN, 2013] COSTENTIN, C. et al. Catalysis of the electrochemical reduction of carbon dioxide. Chemical Society Reviews, 2013, vol. 42, no 6, p. 2423-2436

HILL, H. et al. Electrochemical assay for nucleic acids and nucleic acid probes. U.S. Patent No 4,840,893, 20 juin 1989