

ARTOFICIAL
INTELLIGENCE



ARTOFICIAL
INTELLIGENCE
APPLIED
MEDICAL DEVICE

CHU DE SAINT-ETIENNE
CHU DE SAINT-ETIENNE

L'IA en santé, Opportunité ou Menace ?

Démystification de l'IA, frontières avec les méthodes statistiques et applications en santé

Mines Saint-Etienne, CIS, LIMOS

Décembre 2024



INSPIRING
INNOVATION
SINCE 1816

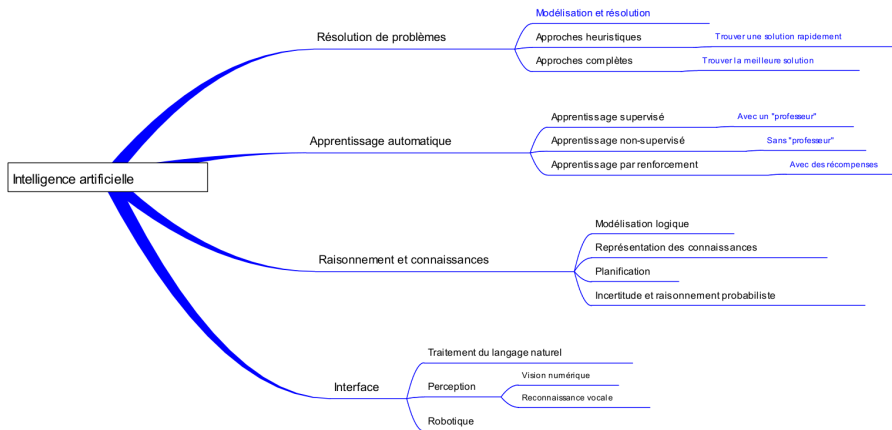
Journée régionale 18/12/2024

Association Française des Ingénieurs Biomédicaux

Introduction

Domaines de l'IA

Sous-domaines de l'intelligence artificielle



Applications en santé

Automatisation de tâches

- Robotique (AGV, robot chirurgical)
- Aide au diagnostic (imagerie, agrégation de données, ...)
- Ciblage de patients
- Aide au parcours, triage
- Télémédecine
- Génération de résumés audio-écrit

Prospective

- Catégorisation de patients, ciblage
- Développements de nouveaux médicaments ou traitements

Perception

Attentes

- Aide
- Remplaçant
- Réponse aux questions avant de se les poser

Craintes

- Perte de compétence
- Perte de contrôle
- Accès aux données et connaissances
- Consommation d'énergie et coût démesurés

Applications en santé

Automatisation de tâches

- Robotique (AGV, robot chirurgical)
- Aide au diagnostic (imagerie, agrégation de données, ...)
- Ciblage de patients
- Aide au parcours, triage
- Télémédecine
- Génération de résumés audio-écrit

Prospective

- Catégorisation de patients, ciblage
- Développements de nouveaux médicaments ou traitements

Perception

Attentes

- Aide
- Remplaçant
- Réponse aux questions avant de se les poser

Crainces

- Perte de compétence
- Perte de contrôle
- Régression
- Accès aux données et connaissances
- Consommation d'énergie et coût démesurés

Promesse commerciale

"L'intelligence artificielle (IA) offre plusieurs avantages dans le domaine de la logistique hospitalière. Voici quelques-uns des avantages clés :

- **Gestion efficace des stocks** : *L'IA peut être utilisée pour analyser les données des stocks hospitaliers, prévoir les besoins futurs et optimiser les niveaux de stock. Cela permet d'éviter les pénuries de matériel médical et pharmaceutique, d'optimiser les coûts et de garantir que les fournitures nécessaires sont disponibles lorsque les patients en ont besoin.*
- **Planification des ressources** : *L'IA peut aider à la planification des ressources hospitalières, en optimisant l'allocation des lits, du personnel médical et des équipements. Elle peut analyser les données sur les taux d'occupation, les tendances saisonnières, les prévisions de demande et recommander des ajustements pour améliorer l'efficacité et réduire les temps d'attente.*
- **Optimisation des itinéraires de livraison** : *Dans le domaine de la logistique, l'IA peut optimiser les itinéraires de livraison pour les fournitures médicales. Elle peut tenir compte de plusieurs facteurs tels que la disponibilité des véhicules, les conditions de circulation, les horaires des opérations et les priorités des livraisons urgentes. Cela permet de réduire les délais de livraison et de garantir une distribution efficace.*
- **Prédiction de la demande** : *L'IA peut analyser les données historiques et en temps réel pour prédire la demande de services médicaux. Cela permet aux hôpitaux de mieux se préparer en termes de personnel, de lits, de fournitures et d'autres ressources pour répondre aux besoins futurs. Une meilleure prévision de la demande réduit les risques de surcharge ou de sous-utilisation des ressources."*

src: ProcSim

Révolution ?

Bénéfices promis grâce à l'IA au sens très très large

- Calculatrice
- Tableau Excel
- Statistique
- Optimisation - étude de fonction
- Analyse de données
- IA au sens propre

Révolution ?

Bénéfices promis grâce à l'IA au sens très très large

- Calculatrice
- Tableau Excel
- Statistique
- Optimisation - étude de fonction
- Analyse de données
- IA au sens propre

Citation

"Peut-on imaginer dans le futur que dans un système plein-vide, une IA puisse générer la demande de réapprovisionnement automatiquement ?"

Prévision de la demande

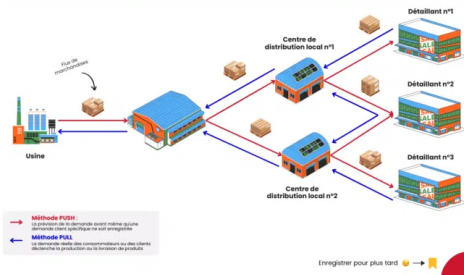
Problématique générale

DECISIONS

- Quoi commander ?
- Combien commander ?
- Quand commander ?
- Pour quand commander ?
- Où commander ?

OBJECTIFS (à limiter)

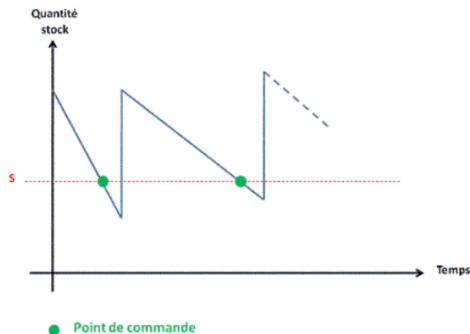
- Ruptures de stock
- Pertes
- Coûts de stockage
- Coûts de commande
- Retards de livraison
- Retours
- Temps passé



Problématique générale

Cas simple

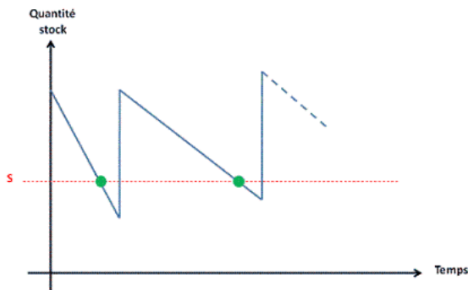
- Un seul produit
- Un seul fournisseur
- Connaissance parfaite du futur des consommations



Problématique générale

OBJECTIFS (à limiter)

- Ruptures de stock
- Pertes
- Coûts de stockage
- Coûts de commande
- Retards de livraison
- Retours
- Temps passé



● Point de commande

Problématique générale

Difficultés

- Vision silo
 - Manque la vision sur le vrai besoin mais juste sur la demande de son commanditaire qui lui même commet des erreurs et peut avoir une stratégie (écureuil, antigaspi, ...)
- La multiplicité des produits
 - Précision vs temps de traitement ; effets leviers/seuils (groupement de commandes)
- Incertitudes
 - Demandes futures
 - Non conformités
 - Retards de livraison
 - Niveau de stock
- Evaluation des risques
 - Impact de la régularité sur la qualité de l'approvisionnement
 - Rupture de stock
 - Péremption

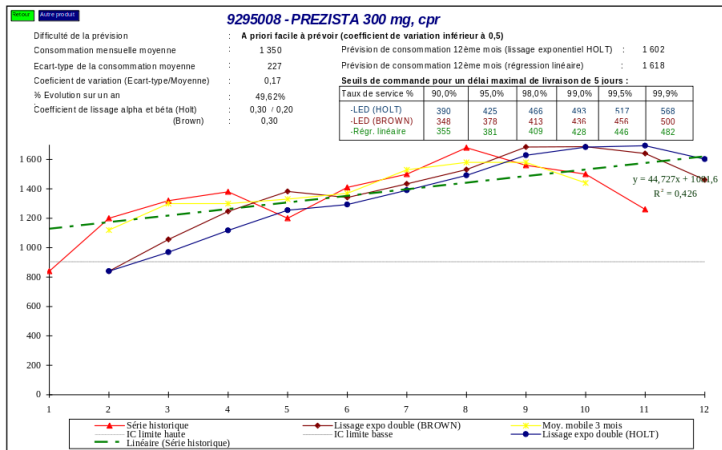
Problématique générale

Automatisation et recommandations bienvenues !

Exemples

Problématique générale

Fiche N°6 : Produit à la consommation irrégulière avec un retournement baiss



src: LogiPharma F. Pesty

Méthodes statistiques

Moyenne mobile glissante [av. JC ; 17e ; 1960 ; 1980]

$$D_{jan} = \frac{1}{3}D_{dec} + \frac{1}{3}D_{nov} + \frac{1}{3}D_{oct}$$

Lissage exponentiel simple [17e ; 1940 ; 1970]

$$D_{jan} = x_1 D_{dec} + x_2 D_{nov} + x_3 D_{oct} + \dots \text{ avec } x_1 \gg x_2 \gg x_3 \dots$$

Lissage exponentiel double [17e ; 1940 ; 1970]

Ajoute la tendance

$$= y_1(D_{dec} - D_{nov}) + y_2(D_{nov} - D_{oct}) + \dots \text{ avec } y_1 \gg y_2 \gg \dots$$

Méthodes statistiques

Moyenne mobile glissante [av. JC ; 17e ; 1960 ; 1980]

$$D_{jan} = \frac{1}{3}D_{dec} + \frac{1}{3}D_{nov} + \frac{1}{3}D_{oct}$$

Lissage exponentiel simple [17e ; 1940 ; 1970]

$$D_{jan} = x_1 D_{dec} + x_2 D_{nov} + x_3 D_{oct} + \dots \text{ avec } x_1 \gg x_2 \gg x_3 \dots$$

Lissage exponentiel double [17e ; 1940 ; 1970]

Ajoute la tendance

$$= y_1(D_{dec} - D_{nov}) + y_2(D_{nov} - D_{oct}) + \dots \text{ avec } y_1 \gg y_2 \gg \dots$$

Méthodes statistiques

Moyenne mobile glissante [av. JC ; 17e ; 1960 ; 1980]

$$D_{jan} = \frac{1}{3}D_{dec} + \frac{1}{3}D_{nov} + \frac{1}{3}D_{oct}$$

Lissage exponentiel simple [17e ; 1940 ; 1970]

$$D_{jan} = x_1 D_{dec} + x_2 D_{nov} + x_3 D_{oct} + \dots \text{ avec } x_1 \gg x_2 \gg x_3 \dots$$

Lissage exponentiel double [17e ; 1940 ; 1970]

Ajoute la tendance

$$= y_1(D_{dec} - D_{nov}) + y_2(D_{nov} - D_{oct}) + \dots \text{ avec } y_1 \gg y_2 \gg \dots$$

Méthodes statistiques (suite)

Régression linéaire [18e ; 19e]

Définir la droite la plus proche des points passés ; $Y = aX + b$

Moyenne mobile (intégrée) autorégressive (avec saisonnalité) [1970]
ARMA, ARIMA, SARIMA

$D_{jan} = \frac{1}{3}D_{dec} + \frac{1}{3}D_{nov} + \frac{1}{3}D_{oct} + y_1e_1 + y_2e_2 + y_3e_3 \dots$ avec
optimization des coefficients et du bruit

SARIMAX

Ajout de paramètres extérieurs à la demande (ex : température)

Méthodes statistiques (suite)

Régression linéaire [18e ; 19e]

Définir la droite la plus proche des points passés ; $Y = aX + b$

Moyenne mobile (intégrée) autorégressive (avec saisonnalité) [1970] ARMA, ARIMA, SARIMA

$D_{jan} = \frac{1}{3}D_{dec} + \frac{1}{3}D_{nov} + \frac{1}{3}D_{oct} + y_1e_1 + y_2e_2 + y_3e_3 \dots$ avec
optimization des coefficients et du bruit

SARIMAX

Ajout de paramètres extérieurs à la demande (ex : température)

Méthodes statistiques (suite)

Régression linéaire [18e ; 19e]

Définir la droite la plus proche des points passés ; $Y = aX + b$

Moyenne mobile (intégrée) autorégressive (avec saisonnalité) [1970] ARMA, ARIMA, SARIMA

$D_{jan} = \frac{1}{3}D_{dec} + \frac{1}{3}D_{nov} + \frac{1}{3}D_{oct} + y_1e_1 + y_2e_2 + y_3e_3 \dots$ avec
optimization des coefficients et du bruit

SARIMAX

Ajout de paramètres extérieurs à la demande (ex : température)

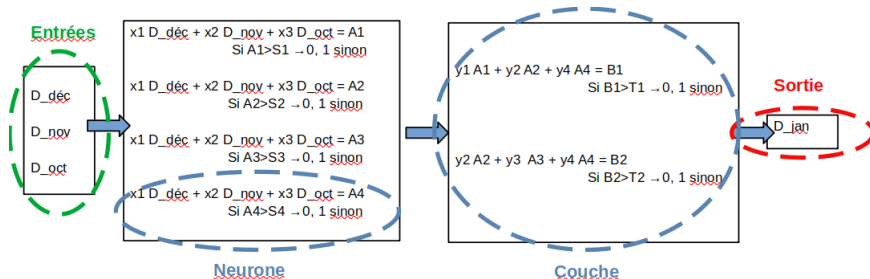
Méthodes statistiques avec apprentissage

Réseaux de neurones, RN profonds [1950 ; 1980 ; 2010]

Arbres de décision, forêts aléatoires [1960 ; 2000]

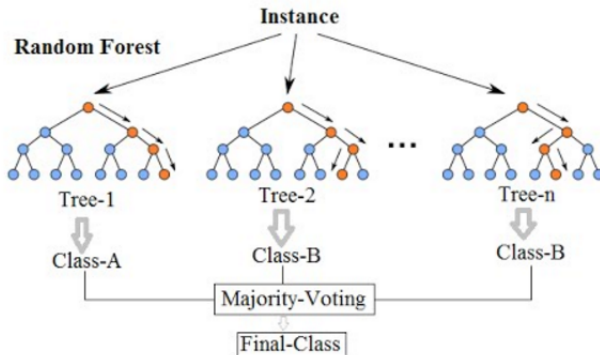
Machines à vecteurs de support [1990]

Réseaux de neurones



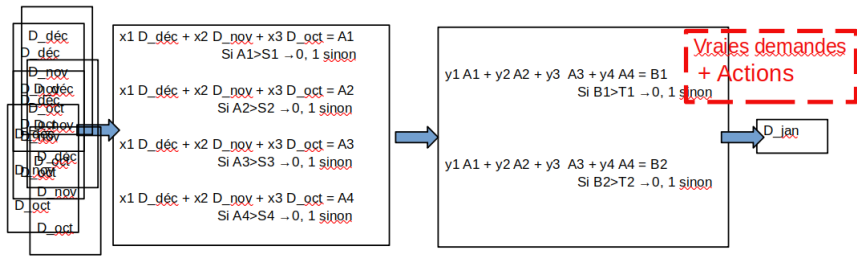
Forêts aléatoires

Random Forest Simplified



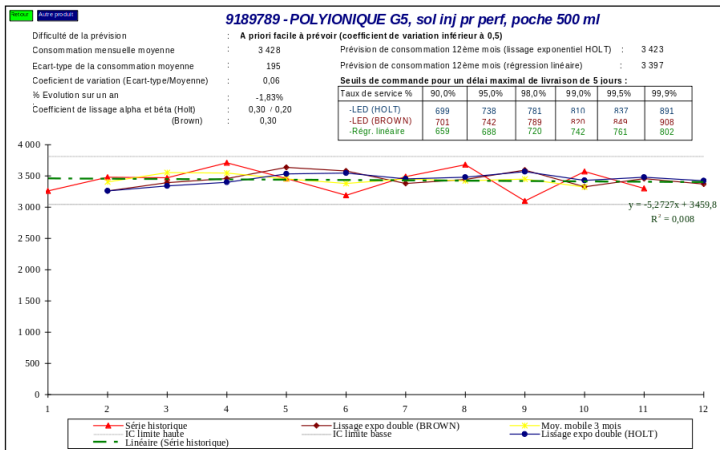
Réseaux de neurones

Le réseau apprend avec de l'historique d'entrées ET de sorties →
Calcul des coefficients X, Y, S, A dans les neurones



Exemple 1

Fiche N°1 : Produit à la consommation régulière et quasi constante



src: LogiPharma F. Pesty

Exemple 1

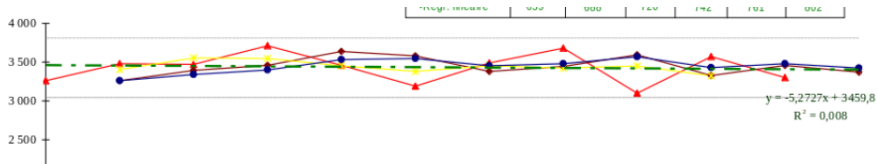
Conclusion

Très stable, donc facile à prévoir.

Exemple 1

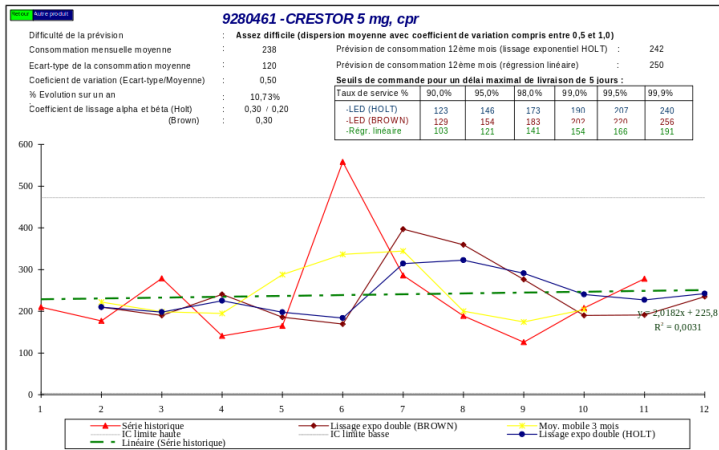
Ca se discute

- On commande en décalé ou alternance pour compenser excès ou déficit.
- On risque nous mêmes d'amplifier les vagues (effet "coup de fouet").



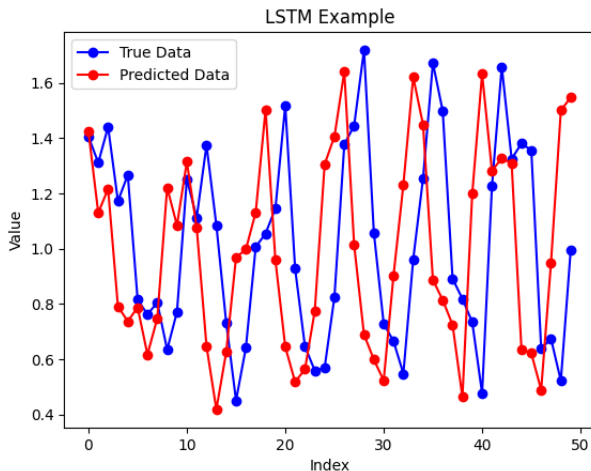
Exemple, ça se complique

Fiche N°10 : Produit très irrégulier, sans véritable tendance

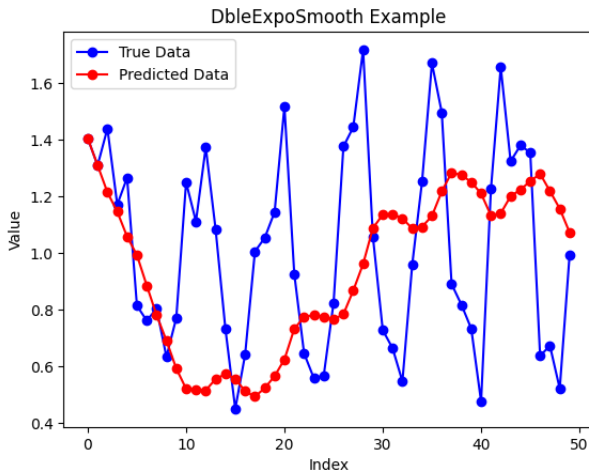


src: LogiPharma F. Pesty

Exemple, ça se complique



Exemple, ça se complique



Conclusions

Conclusions

Bilan

- Les calculs, simulations et prévisions automatiques aident à faire des **catégories** de produits (ex : méthode A, B, C), des **prévisions** de consommation, déclencher des **alertes**
- Certaines approches peuvent **apprendre les décisions** prises
- Les méthodes à apprentissage nécessitent **beaucoup de données**
- Il faut que l'IA apprenne les **bonnes décisions**
- Pour que l'IA s'adapte intelligemment au système, il faut une **collecte permanente** des données

Conclusions

Bilan

- Les calculs, simulations et prévisions automatiques aident à faire des **catégories** de produits (ex : méthode A, B, C), des **prévisions** de consommation, déclencher des **alertes**
- Certaines approches peuvent **apprendre les décisions** prises
- Les méthodes à apprentissage nécessitent **beaucoup de données**
- Il faut que l'IA apprenne
- Pour que l'IA s'adapte **collecte permanente**



il faut une



Conclusions

Bilan

- La vague IA peut engendrer une petite révolution dans l'activité hospitalière en poussant leur analyse, leur rationalisation, l'automatisation de certaines tâches
- Mais pas forcément besoin de DeepLearning ou de calcul-haute-performance qui sont coûteux, polluants, risqués (données) pour avoir 95% des améliorations attendues
- Mais d'autres enjeux importants pour les outils de gestion de flux physiques ou financiers avec IA ou non :
 - Interopérabilité
 - Ergonomie
 - Configurabilité
 - Evolutivité
 - Facilité d'extraction des données