

Quels horizons de pratique pour la recherche en IA?

Les enjeux de l'IA sur la chaîne éditoriale et la négociation

Pierre Senellart



PSL 



Inria



institut
universitaire
de France

Printemps Couperin, 19 mars 2025

Recherche en IA et publications scientifiques

- Comment la recherche en intelligence artificielle (IA) :
 - impacte l'usage des corpus de publications scientifiques
 - peut améliorer ou transformer l'accès aux publications scientifiques (recherche d'information, visualisation, etc.)
- Dans cet exposé :
 - IA : terme flou et souvent galvaudé, qu'attend-on d'un système intelligent ?
 - Comment cela se spécialise-t-il aux recherches centrées sur les publications scientifiques ?
 - Contexte : programme (à venir!) CIRAD-Inria de recherche en France sur *Artificial Intelligence for Publication Knowledge* (AIKO)
 - On se focalise sur les buts plutôt que sur les techniques
 - Mélange d'applications bien établies, de recherches en cours et de points plus prospectifs

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)
- **Raisonner**, appliquer des règles, effectuer des déductions, possiblement en présence d'incertitude

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)
- **Raisonner**, appliquer des règles, effectuer des déductions, possiblement en présence d'incertitude
- **Généraliser** à partir d'exemples, détecter des motifs, classifier des objets, prédire

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)
- **Raisonner**, appliquer des règles, effectuer des déductions, possiblement en présence d'incertitude
- **Généraliser** à partir d'exemples, détecter des motifs, classifier des objets, prédire
- **Planifier** une stratégie complexe

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)
- **Raisonner**, appliquer des règles, effectuer des déductions, possiblement en présence d'incertitude
- **Généraliser** à partir d'exemples, détecter des motifs, classifier des objets, prédire
- **Planifier** une stratégie complexe
- **Résoudre** des problèmes complexes

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)
- **Raisonner**, appliquer des règles, effectuer des déductions, possiblement en présence d'incertitude
- **Généraliser** à partir d'exemples, détecter des motifs, classifier des objets, prédire
- **Planifier** une stratégie complexe
- **Résoudre** des problèmes complexes
- **Collaborer** avec d'autres agents intelligents

Tâches d'une IA

Qu'attend-on d'un système intelligent ?

- **Connaître** le monde (bon sens, culture générale, capacité d'acquisition de connaissances spécifiques) et structurer cette connaissance
- **Percevoir** le monde (compréhension du texte, de documents structurés, de la parole, d'images, de vidéos...)
- **Générer** du contenu (texte, images, parole...)
- **Raisonner**, appliquer des règles, effectuer des déductions, possiblement en présence d'incertitude
- **Généraliser** à partir d'exemples, détecter des motifs, classifier des objets, prédire
- **Planifier** une stratégie complexe
- **Résoudre** des problèmes complexes
- **Collaborer** avec d'autres agents intelligents

... le tout potentiellement de manière **intégrée**

Limites de l'IA

On attend aussi d'une IA qu'elle soit capable :

- de faire des calculs
- de trier efficacement des données
- de gérer de grands volumes de données
- d'appliquer des algorithmes simples et entièrement décrits
- ...

mais tout ça, ça n'a **rien de spécifique à l'imitation ou la reproduction de l'intelligence**, c'est la base de l'informatique : on n'inclut pas ça dans les tâches d'une IA.

Représentation des connaissances



IBM Watson gagne à Jeopardy
contre ses deux plus grands
champions, (2011)

Représentation des connaissances



IBM Watson gagne à Jeopardy
contre ses deux plus grands
champions, (2011)

- Comment **représenter** la connaissance du monde ?
 - Bon sens : *Tout adulte a été bébé. Un article a au moins un auteur. Une table a en général des pieds.*
 - Connaissances générales : *Bram Stoker est l'auteur de Dracula*
 - Connaissances spécifiques : *Le Printemps Couperin a lieu aux Arts et Métiers en mars 2025*
- Besoin de représentation des **concepts abstraits**, des **objets concrets**
- Comment **acquérir** ces connaissances, les **structurer**, et pouvoir les **retrouver** quand cela est utile ?

Perception



⊗ L'image montre une assiette avec plusieurs éléments alimentaires.

Il semble y avoir des pâtes (penne), dont une portion est mélangée à une sauce tomate, et une autre portion sans sauce visible. Il y a aussi un mélange de légumes cuits, probablement un ratatouille ou un ragoût de légumes. Sur le côté gauche de l'assiette, on voit ce qui semble être un œuf poché. En arrière-plan, on aperçoit également un petit plat contenant deux morceaux de fromage orange, probablement du cheddar.

Cela semble être un repas équilibré avec des pâtes, des légumes, une protéine (l'œuf), et du fromage.

ChatGPT (2024) peut décrire
une image par du texte.

Perception

- **Percevoir** le monde :
 - langue (français, anglais...) écrite (numérique ou analogique) ou orale
 - photos, images, schémas
 - signaux audios et vidéos complexes
 - documents complexes (articles scientifiques, factures, etc.)
- Construire une **représentation interne** de ces entrées
- Possibilité de combiner des représentations de **différentes modalités**



⊗ L'image montre une assiette avec plusieurs éléments alimentaires. Il semble y avoir des pâtes (penne), dont une portion est mélangée à une sauce tomate, et une autre portion sans sauce visible. Il y a aussi un mélange de légumes cuits, probablement un ratatouille ou un ragoût de légumes. Sur le côté gauche de l'assiette, on voit ce qui semble être un œuf poché. En arrière-plan, on aperçoit également un petit plat contenant deux morceaux de fromage orange, probablement du cheddar. Cela semble être un repas équilibré avec des pâtes, des légumes, une protéine (l'œuf), et du fromage.

ChatGPT (2024) peut décrire
une image par du texte.

Génération



Image générée par le modèle Stable diffusion (2022) avec le prompt « Artificial intelligence lecture in front of an audience interested in scientific publication archives ».

Génération



Image générée par le modèle Stable diffusion (2022) avec le prompt « Artificial intelligence lecture in front of an audience interested in scientific publication archives ».

- **Générer** du contenu :
 - langue (français, anglais...) écrite ou orale
 - images
 - parole, sons, vidéos
 - documents complexes
- À partir d'une description de ce qui doit être généré : exemples, spécification formelle, **prompt** en langage naturel...

Raisonnement

Article L521-3 Chacun des enfants à charge, à l'exception du plus âgé, ouvre droit à partir d'un âge minimum à une majoration des allocations familiales.

```
489 champ d'application CalculAllocationsFamiliales :  
490 règle majorations_allocations_familiales.droits_ouverts de enfant  
491 sous condition  
492 (enfant dans ménage.enfants) et  
493 (enfant != ménage.enfant_plus_âgé) et  
494 (enfant.âge >= 1521_3.âge_limite_alinéa_1 de enfant)  
495 conséquence rempli
```

Toutefois, les personnes ayant un nombre déterminé d'enfants à charge bénéficient de ladite majoration pour chaque enfant à charge à partir de l'âge mentionné au premier alinéa.

```
500 champ d'application CalculAllocationsFamiliales :  
501 règle majorations_allocations_familiales.droits_ouverts de enfant  
502 sous condition  
503 (enfant dans ménage.enfants) et  
504 (nombre de ménage.enfants >= 1521_3.minimum_alinéa_2) et  
505 (enfant.âge >= 1521_3.âge_limite_alinéa_1 de enfant)  
506 conséquence rempli
```

Catala : langage dédié à la transformation du droit en code, permet de raisonner sur le droit. Il a permis de détecter des erreurs dans le calcul des aides au logement. (2022)

Raisonnement

Article L521-3 Chacun des enfants à charge, à l'exception du plus âgé, ouvre droit à partir d'un âge minimum à une majoration des allocations familiales.

```
489 champ d'application CalculAllocationsFamiliales :  
490 règle majorations_allocations_familiales.droits_ouverts de enfant  
491 sous condition  
492   (enfant dans ménage.enfants) et  
493   (enfant != ménage.enfant_plus_âgé) et  
494   (enfant.âge >= 1521_3.âge_limite_alinéa_1 de enfant)  
495 conséquence rempli
```

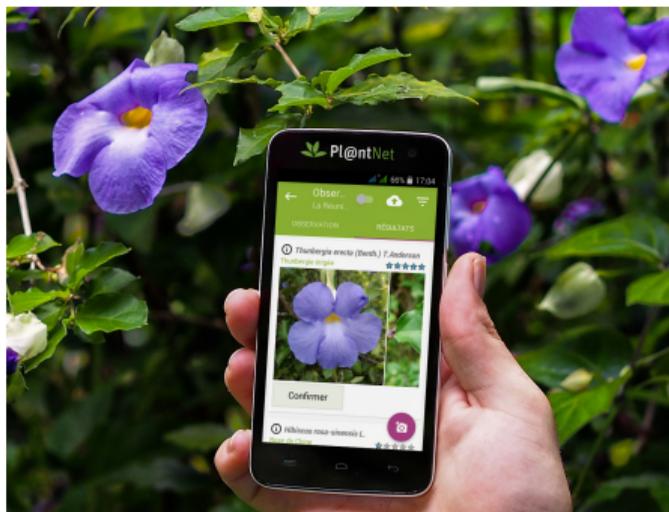
Toutefois, les personnes ayant un nombre déterminé d'enfants à charge bénéficient de ladite majoration pour chaque enfant à charge à partir de l'âge mentionné au premier alinéa.

```
500 champ d'application CalculAllocationsFamiliales :  
501 règle majorations_allocations_familiales.droits_ouverts de enfant  
502 sous condition  
503   (enfant dans ménage.enfants) et  
504   (nombre de ménage.enfants >= 1521_3.minimum_alinéa_2) et  
505   (enfant.âge >= 1521_3.âge_limite_alinéa_1 de enfant)  
506 conséquence rempli
```

Catala : langage dédié à la transformation du droit en code, permet de raisonner sur le droit. Il a permis de détecter des erreurs dans le calcul des aides au logement. (2022)

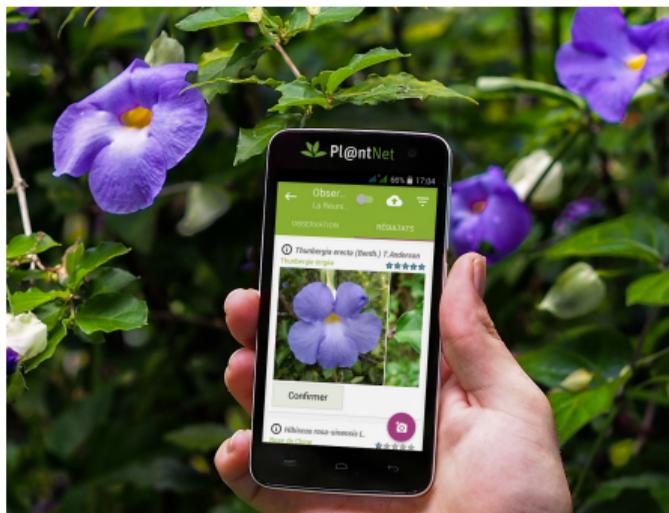
- Va souvent avec la représentation des connaissances
- **Objectif : Déduire les conséquences** des connaissances que l'on a, de règles de raisonnement (écrites par des humains ou induites par des techniques de généralisation)
 - toutes les conséquences, ou celles pertinentes par rapport à un besoin
- **Adaptation du raisonnement** en présence d'incertitude, d'information incomplète, contradictoire, subjective
- **Garanties** de raisonnement correct

Généralisation



Pl@ntNet (2009 - ...) identifie les plantes photographiées par ses utilisateurs en s'appuyant sur la gigantesque collection de photos prises par sa communauté

Généralisation



Pl@ntNet (2009-...) identifie les plantes photographiées par ses utilisateurs en s'appuyant sur la gigantesque collection de photos prises par sa communauté

- **Apprendre** à partir d'exemples (on parle de **données d'entraînement**), souvent **annotés**
- **Détecter des motifs** dans des exemples pour en extraire un **modèle** qui généralise les exemples
- **Classifier** de nouveaux exemples : *de quel animal s'agit-il ? quel fruit vient d'être posé sur la balance ?*
- **Détecter** des anomalies
- **Prédire** des valeurs en se basant sur un historique : *combien de ventes dans ce magasin demain ?*

Planification



Les robots Atlas de Boston Dynamics sont capables de planifier et exécuter des parcours athlétiques dans des environnements complexes.

(2021)

Planification



Les robots Atlas de Boston Dynamics sont capables de planifier et exécuter des parcours athlétiques dans des environnements complexes.

(2021)

- Planification de **séquence d'actions complexes** pour atteindre un **but** : *déplacement d'un robot, conduite d'un véhicule autonome, etc.*
- dans un **environnement changeant** conduisant à devoir réviser le plan
- en présence d'**incertitude** : *qu'y a-t-il derrière cet arbre ?*
- en prenant en compte des **contraintes physiques** : *impossible de s'arrêter en moins de 5 secondes*

Représentation des connaissances : publications scientifiques



SPAR est une collection
d'**ontologies** couvrant un grand
nombre d'aspects de l'édition
scientifique

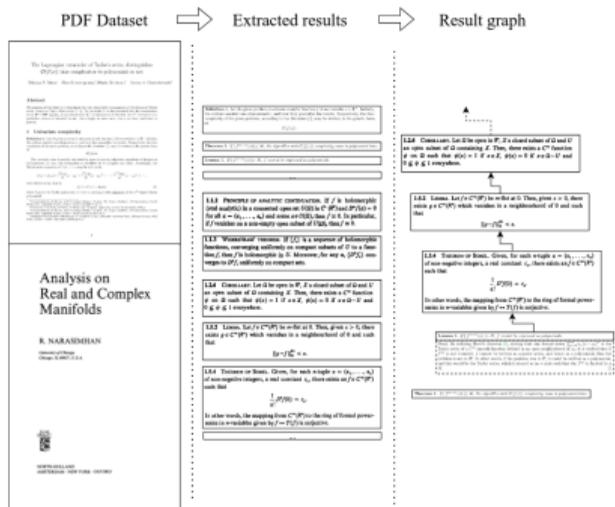
Représentation des connaissances : publications scientifiques



SPAR est une collection d'**ontologies** couvrant un grand nombre d'aspects de l'édition scientifique

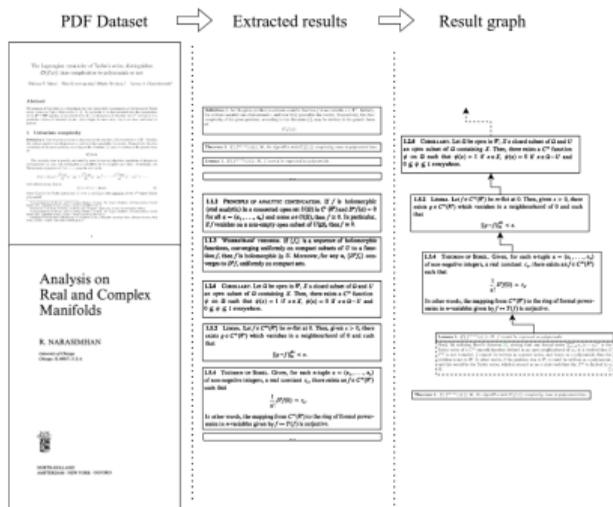
- Représenter les publications scientifiques (méta-données, contenu, liens avec d'autres types de données) par un vocabulaire formel standard (**ontologies**) interrogeable à travers des **langages de requêtes** standard (p. ex., SPARQL)
- Couvrir les méta-données, le contenu et sa structure, les références bibliographiques, les liens avec d'autres types de données (artefacts, logiciels, etc.), les auteurs et leurs contributions, etc.
- Diverses **bases de connaissances** (Crossref, HAL, arXiv, Wikidata, etc.) fournissant du contenu dans ces langages

Perception : publications scientifiques



TheoremKB (2023) est un projet d'extraction des théorèmes et de leurs preuves à partir d'articles PDF

Perception : publications scientifiques



TheoremKB (2023) est un projet d'extraction des théorèmes et de leurs preuves à partir d'articles PDF

- **Extraire** d'un article scientifique (en PDF, sous forme d'image, ou depuis un format plus structuré) :
 - les méta-données (titre, auteur, mots-clés, etc.)
 - les références bibliographiques
 - la structure (parties, figures, théorèmes, etc.)
 - les données (données tabulaires, depuis des courbes, décrites dans le texte, etc.)
 - les références internes (à une partie, une figure...) ou externes (à un autre article scientifique, un logiciel, etc.)
- **Désambiguër** les usages (citations fournissant un contexte, résultat utilisé, critiqué...)
- Faire ça à l'échelle de tout un corpus

Génération : publications scientifiques

What can I help with?

Compile a research report on how the retail industry has changed in the past 3 years. Use bullets and tables where necessary for clarity. 

 Attach  Search  Deep research



Deep Research d'OpenAI
(2025) prétend intégralement
générer un rapport sur une
thématique donnée

Génération : publications scientifiques

What can I help with?

Compile a research report on how the retail industry has changed in the past 3 years. Use bullets and tables where necessary for clarity.

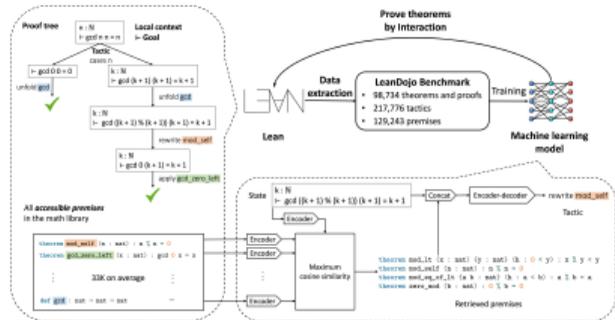
📎 Attach 🔍 Search 🔗 Deep research



Deep Research d'OpenAI (2025) prétend intégralement générer un rapport sur une thématique donnée

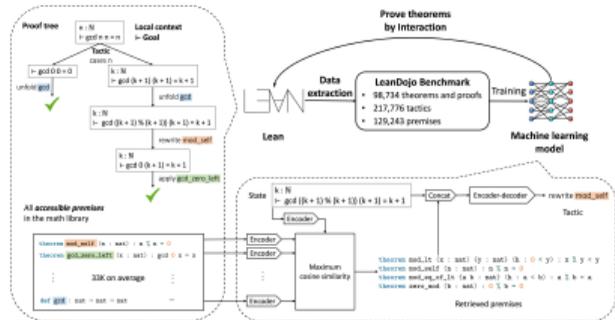
- **Résumer** les points-clefs ou les contributions d'un article ou d'un ensemble de travaux
- **Reformuler** un passage pour en faciliter la compréhension par un lecteur
- **Traduire** les travaux de recherche en préservant le vocabulaire technique, les figures, la structure, etc., pour en améliorer l'accessibilité
- **Assister l'écriture** d'articles (style, grammaire, homogénéisation, etc.)

Raisonnement : publications scientifiques



LeanDojo (2024) fait interagir un assistant de preuve (Lean) avec un modèle de langue pour interactivement aider à la rédaction de preuves formelles

Raisonnement : publications scientifiques



LeanDojo (2024) fait interagir un assistant de preuve (Lean) avec un modèle de langue pour interactivement aider à la rédaction de preuves formelles

- **Vérification** des calculs et preuves mathématiques
- Aide à la rédaction de **preuves formelles** accompagnant des articles mathématiques
- **Détection d'incohérences** dans un article (notion non définie, notation utilisée de manière incohérente, etc.)
- **Réponse à des requêtes complexes** à partir des données représentées et extraites depuis les corpus scientifiques (aller au-delà des moteurs de recherche textuels classiques)

Généralisation : publications scientifiques

Automatically Inferring the Document Class of a Scientific Article

Antoine Gauquier

antoine.gauquier@ens.psl.eu

IMT Nord Europe & Télécom Paris

& DI ENS, ENS, CNRS, PSL University & Inria
Paris, France

Pierre Senellart

pierre@senellart.com

DI ENS, ENS, CNRS, PSL University

& Inria & IUF
Paris, France

ABSTRACT

We consider the problem of automatically inferring the (B²X) document class used to write a scientific article from its PDF representation. Applications include improving the performance of information extraction techniques that rely on the style used in each document class, or determining the publisher of a given scientific article. We introduce two approaches: a simple classifier based on hand-coded document style features, as well as a CNN-based classifier taking as input the binary representation of the first page of the PDF article. We experiment on a dataset of around 106k articles from arXiv, where labels come from the source B²X document associated to each article. Results show the CNN approach significantly outperforms that based on simple document style features, reaching over 90% average F_1 -score on a task to distinguish among several dozens of the most common document classes.

or journal. For instance, the current paper was generated using the secret document class, which is commonly used to write articles for venues sponsored by the Association for Computing Machinery. Each document class structures papers differently: some are formatted in single-column, others in double-column; different margins or fonts are used; author names, abstracts or page numbers are displayed differently.

Given a scientific article in PDF format, determining its document class has several applications. First, systems for information extraction over scholarly articles (such as GROBID [14] for meta-data extraction or TheoremKB [15] for extraction of mathematical statements) could benefit of knowing the document class to train better models: it is easier to know how to extract section headings, author's institutions or statements of theorems when the document class is known and all these elements are formatted similarly from

Détection automatique de la
classe de documents utilisée
pour produire un article (2023)

Généralisation : publications scientifiques

Automatically Inferring the Document Class of a Scientific Article

Antoine Gauquier

antoine.gauquier@ens.psl.eu

IMT Nord Europe & Télécom Paris

& DI ENS, ENS, CNRS, PSL University & Inria
Paris, France

Pierre Senellart

pierre@senellart.com

DI ENS, ENS, CNRS, PSL University

& Inria & IUF
Paris, France

ABSTRACT

We consider the problem of automatically inferring the (B²X) document class used to write a scientific article from its PDF representation. Applications include improving the performance of information extraction techniques that rely on the style used in each document class, or determining the publisher of a given scientific article. We introduce two approaches: a simple classifier based on hand-coded document style features, as well as a CNN-based classifier taking as input the binary representation of the first page of the PDF article. We experiment on a dataset of around 106k articles from arXiv, where labels come from the source B²X document associated to each article. Results show the CNN approach significantly outperforms that based on simple document style features, reaching over 90% average F₁-score on a task to distinguish among several dozens of the most common document classes.

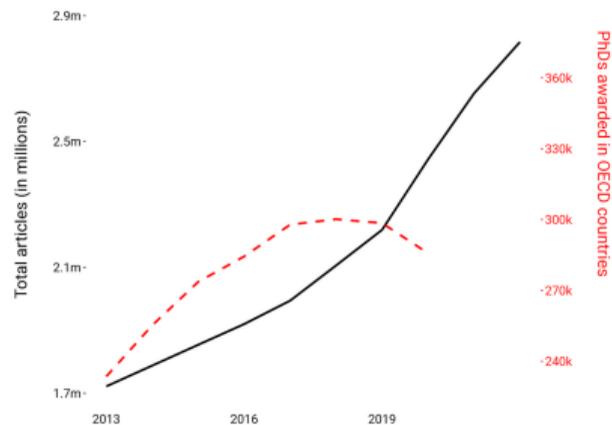
or journal. For instance, the current paper was generated using the secret document class, which is commonly used to write articles for venues sponsored by the Association for Computing Machinery. Each document class structures papers differently: some are formatted in single-column, others in double-column; different margins or fonts are used; author names, abstracts or page numbers are displayed differently.

Given a scientific article in PDF format, determining its document class has several applications. First, systems for information extraction over scholarly articles (such as GROBID [14] for meta-data extraction or TheoremKB [15] for extraction of mathematical statements) could benefit of knowing the document class to train better models: it is easier to know how to extract section headings, author's institutions or statements of theorems when the document class is known and all these elements are formatted similarly from

Détection automatique de la classe de documents utilisée pour produire un article (2023)

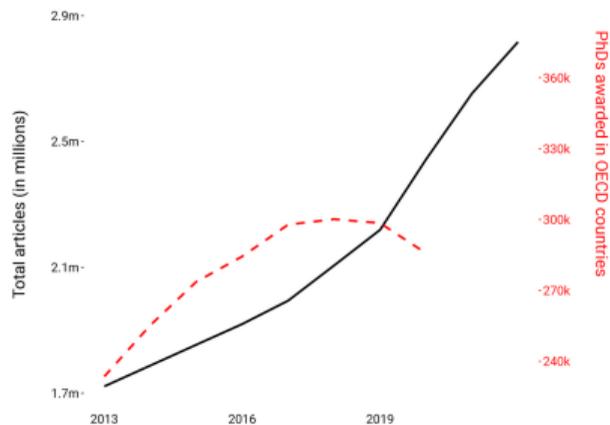
- **Socle** sur lequel s'appuie nombre des applications déjà mentionnées
- **Classification** des articles scientifiques par thématique
- **Détection** de nouvelles méta-données : terminologie, événements, arguments
- **Fouille** de corpus pour extraire des tendances, des biais. . .

Planification : publications scientifiques



Le nombre de publications scientifiques croît exponentiellement, le nombre de doctorats des pays de l'OCDE stagne ; la découverte des travaux pertinents devient critique (Hanson et al, *Quantitative Science Studies*, 2024)

Planification : publications scientifiques



Le nombre de publications scientifiques croît exponentiellement, le nombre de doctorats des pays de l'OCDE stagne ; la découverte des travaux pertinents devient critique (Hanson et al, *Quantitative Science Studies*, 2024)

- **Exploration intelligente** de la publication scientifique :
 - via le graphe des citations
 - via le Web ou d'autres sources de donnéespour construire des corpus cohérents, pour une veille de littérature, etc.
- **Planification** d'une série d'expériences en prenant en compte les contraintes de ressources

En bref...

- L'IA recouvre des **tâches très variées**...
- ... dont beaucoup s'instancient naturellement au cadre des **publications scientifiques**
- Les publications scientifiques forment un **formidable jeu de données à exploiter** pour les outils d'IA
- Les outils d'IA peuvent **changer et transformer l'accès** aux publications scientifiques
- **Défis majeurs** : transparence, biais, cadre légal, aspects éthiques !

Transparence et explicabilité

- Comment expliquer une classification, une prédiction, un texte produit ?
- Quelles données ont été utilisées, quelles décisions ont été prises, quelle confiance dans le résultat ?
- Certaines méthodes permettent l'explication, mais pas les principales méthodes d'apprentissage profond.

Biais

- Quel est l'impact des données d'entraînement sur les résultats ?
- Sont-elles représentatives du monde réel ?
- Les données ou le processus d'entraînement introduit-il des biais ?

Cadre légal

- Les systèmes utilisant des données d'entraînement ont-ils le droit de les utiliser pour entraîner des modèles ?
- Ont-ils le droit de diffuser les productions de leur modèle ?
- Et si les données d'entraînement contiennent des informations personnelles ?
- À qui appartient la propriété intellectuelle des sorties de systèmes d'IA générative ?
- L'usage de ces IA est-il compatible avec l'AI Act européen ?

Aspects éthiques

- Est-il éthiquement acceptable d'utiliser des systèmes peu transparents ?
- Comment ont été employés et rémunérés les travailleurs qui ont contribué à annoter les données d'entraînement de ces systèmes ?
- Vont-ils remplacer des travailleurs et travailleuses humains ?
- L'emprunte carbone gigantesque due à l'entraînement et l'utilisation de systèmes à base d'apprentissage profond est-elle justifiée par l'usage ?