

Démarche de recherche

Agnès Lagnoux/Jean-Christophe Sakdavong/Caroline Thierry – Master ISM-AG

Recherche scientifique

- Science : toutes les connaissances produites sur les objets ou les phénomènes naturels ou culturels qui les entourent
- La recherche :
 - : « ...Ensemble des méthodes utilisées pour recueillir et traiter de l'information sur un sujet, pour résoudre, comprendre ou expliquer un phénomène ou acquérir de nouvelles connaissances. » Dionne (2013) .
« ... un processus systématique qui pose des questions et y répond de manière à générer des connaissances. Ces connaissances fournissent une base solide à la pratique et valident l'efficacité des interventions ...» □
Potter et Perry (2016)

Recherche scientifique

- La recherche scientifique
 - a pour objectif de comprendre l'état des connaissances existantes (état de l'art) et de produire des connaissances fiables et de les partager avec le plus grand nombre
 - s'appuie sur une **démarche scientifique** utilisant des méthodes rigoureuses (**méthodologie**) en suivant des règles et des valeurs (éthique) pour produire des données vérifiables, observables et mesurables
 - est menée par des chercheurs ou scientifiques

Principes d'une démarche scientifique

- Parmi les principes qui fondent une démarche scientifique on peut citer :
 - parcimonie (hérité du rasoir d'occam): si pour expliquer un phénomène, plusieurs hypothèses s'offrent à nous, on privilégiera la moins coûteuse (qui fait appel à des phénomènes déjà connus ou expliqués)
 - Russell : qui prétend, prouve. C'est à celui qui énonce quelque chose d'extraordinaire de prouver que cela est vrai. Il s'agit d'éviter de croire à quelque chose sous le prétexte que l'on ne peut pas prouver que cela n'existe pas.
 - Réfutabilité : une expérience scientifique cherche à démontrer la fausseté d'une hypothèse.

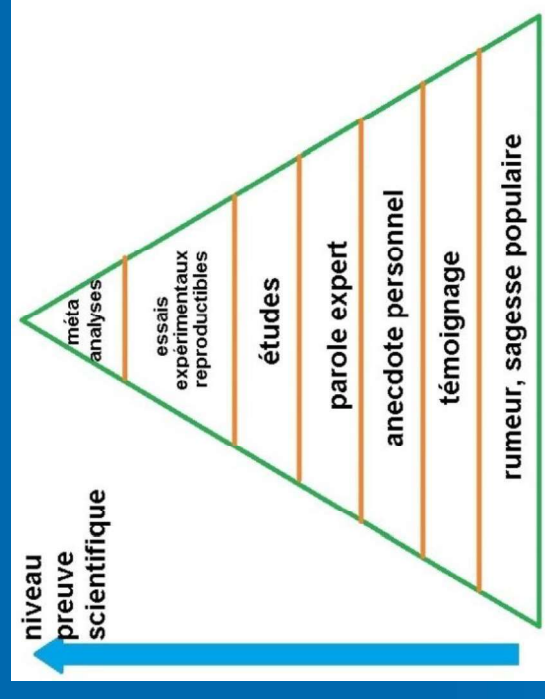
Principes d'une démarche scientifique



<http://documentation.ac-besancon.fr/valider-linformation-a-la-lumiere-des-neurosciences-et-de-la-demarche-scientifique/>

Niveau de preuve scientifique

- Il existe plusieurs niveaux de preuve qui peuvent être représentés selon une échelle ou pyramide de la preuve



<http://documentation.ac-besancon.fr/valider-linformation-a-la-lumiere-des-neurosciences-et-de-la-demarche-scientifique/>

<https://apprendre-reviser-memoriser.fr/echelle-preuve-education-esprit-critique/>

Les disciplines scientifiques

- Mathématiques
 - Mathématiques appliquées (statistique théorique, appliquée, probabilités...) - CNU 26
 - Mathématiques pures - CNU 25
- Informatique – CNU 27, CNU 61...
- Géographie - CNU 23, CNU 24, ...
- Sciences de l'éducation

=> CNU <https://www.conseil-national-des-universites.fr/cnu/#/>

Sciences au CNU



Sciences

Groupe 5

Section 25 - Mathématiques

Section 26 - Mathématiques appliquées et applications des mathématiques

Section 27 - Informatique

Groupe 7

Section 31 - Chimie théorique, physique, analytique

Section 32 - Chimie organique, minérale, industrielle

Section 33 - Chimie des matériaux

Groupe 9

Section 60 - Mécanique, génie mécanique, génie civil

Section 61 - Génie informatique, automatique et traitement du signal

Section 62 - Energétique, génie des procédés

Section 63 - Génie électrique, électronique, photonique et systèmes

Groupe 6

Section 28 - Milieux denses et matériaux

Section 29 - Constituants élémentaires

Section 30 - Milieux dilués et optique

Groupe 8

Section 34 - Astronomie, astrophysique

Section 35 - Structure et évolution de la terre et des autres planètes

Section 36 - Terre solide : géodynamique des enveloppes supérieure, paléobiosphère

Section 37 - Météorologie, océanographie physique et physique de l'environnement

Groupe 10

Section 64 - Biochimie et biologie moléculaire

Section 65 - Biologie cellulaire

Section 66 - Physiologie

Section 67 - Biologie des populations et écologie

Section 68 - Biologie des organismes

Section 69 - Neurosciences

Lettres et sciences humaines au CNU



Lettres et sciences humaines

Groupe 3

Section 07 - Sciences du langage

Section 08 - Langues et littératures anciennes

Section 09 - Langue et littérature française

Section 10 - Littératures comparées

Section 11 - Études anglophones

Section 12 - Études germaniques et scandinaves

Section 13 - Études slaves et baltes

Section 14 - Études romanes

Section 15 - Langues, littératures et cultures africaines, asiatiques et d'autres aires linguistiques

Groupe 4

Section 16 - Psychologie et ergonomie

Section 17 - Philosophie

Section 18 - Architecture (ses théories et ses pratiques), arts appliqués, arts plastiques, arts du spectacle, épistémologie des enseignements artistiques, esthétique, musicologie, musique, sciences de l'art

Section 19 - Sociologie, démographie

Section 20 - Ethnologie, préhistoire, anthropologie biologique

Section 21 - Histoire, civilisations, archéologie et art des mondes anciens et médiévaux

Section 22 - Histoire et civilisations : histoire des mondes modernes, histoire du monde contemporain, de l'art, de la musique

Section 23 - Géographie physique, humaine, économique et régionale

Section 24 - Aménagement de l'espace, urbanisme

Les domaines scientifiques

Différents objets, disciplines...

- **Domaine formel**
 - mondes abstraits
 - explorent déductivement des systèmes axiomatiques (démonstrations)
 - Informatique, Mathématiques...

- **Domaine des sciences naturelles**
 - relations entre les choses /rapports entre les phénomènes naturels
 - Chimie, Biosciences, Sciences de l'univers...

- **Domaine des Sciences Humaines et Sociales**

- Actions de l'homme /relations entre les hommes et les choses /relations entre les hommes
 - Sciences de l'éducation , Anthropologie, Psychologie, Géographie...
- **Domaine des sciences "appliquées"**
 - Connaissances rationnelles permettant de réaliser des objectifs pratiques (algorithmes, méthodes statistiques/informatiques, processus...),

- Sciences de l'ingénieur, Informatique, Mathématiques....
- Parfois controversées

- **Autres...**

Types de recherche

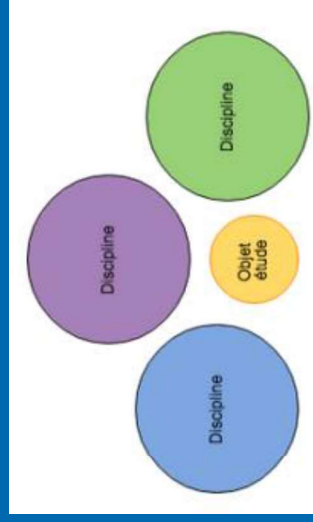
➤ Objectifs

- Exploratoire
 - Découverte d'idées et de pensées (formuler un problème nouveau)
 - Descriptive/compréhensive
 - Documentation/compréhension d'un phénomène
 - Que se passe-t-il ? Pourquoi ?
 - Explicative
 - Expliquer un phénomène
 - Quelle est l'origine de... ?
 - Prédicative
 - Prédire des comportements, événements
 - Que se passera t-il si... ?
 - Ingénierie/design/action
 - Analyser un problème
 - Présenter une solution et la prouver/valider
- Méthodes utilisées
 - Qualitative
 - Comprendre un phénomène selon la perspective des sujets en contexte
 - Quantitative
 - Décrire, expliquer et prédire des phénomènes en collectant des données et utilisant des outils d'analyse mathématiques et statistiques
 - Utilisation
 - Fondamentale
 - accroître les connaissances disponibles sur un sujet donné
 - Appliquée
 - acquérir des connaissances nouvelles avec un but ou un objectif pratique déterminé

Xdisciplinarités

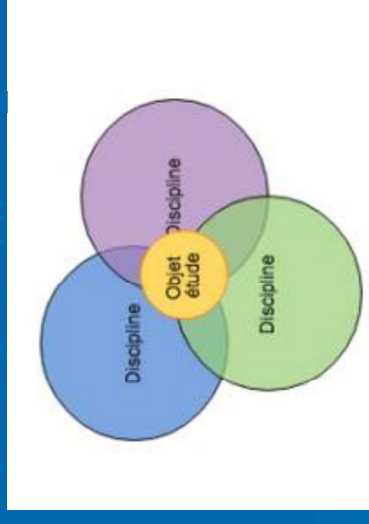
➤ Pluridisciplinarité

- juxtaposition sur le même objet de différents paradigmes de recherche, chacun gardant son propre langage



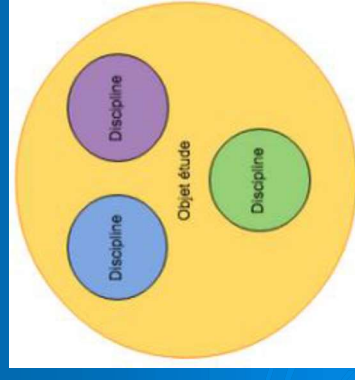
➤ Interdisciplinarité

- confrontation et échange d'outils, de méthodes, de connaissances et/ou adoption d'une combinaison issue de différents domaines



➤ Transdisciplinarité

- modèle conceptuel à l'intersection des disciplines à un haut niveau d'abstraction (théorie des systèmes)



La recherche par l'exemple

- Exemples de ce que la recherche est et n'est pas dans le domaine
 - Des Sciences Humaines et Sociales
 - En Génie Industriel et Informatique
 - En Statistique

La recherche en SHS n'est pas

Une simple utilisation/application des résultats de la recherche (ingénierie)

➤ Exemple 1 :

- Davis (1986) a proposé le modèle TAM (Technology Acceptance Model)
- Afin de savoir si l'ENT de l'UT2J va être accepté par les étudiants je vais utiliser le modèle

Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results.

➤ Exemple 2 :

- Bandura (1988) ont montré qu'un sentiment d'auto-efficacité (SAE) élevé induisait de meilleures performances d'apprentissage.
- Je vais augmenter artificiellement le SAE des élèves de mon unité d'enseignement afin de leur permettre d'avoir de meilleurs résultats.

Bandura, A. (1988). Perceived self-efficacy : Exercise of control through self-belief. In J.P. Dawwaler, M. Perrez & V. Hobi (Eds.), Annual series of European research in behavior therapy (Vol. 2, pp. 27-59). Amsterdam/Lisse, Netherlands : Swets & Zeitlinger.

Ingénierie

La recherche en SHS implique

- Un apport de connaissances scientifiques se basant sur des travaux existants de recherche et exploitant la/une méthode scientifique reconnue en SHS

➤ Exemple 1

- Des chercheurs ont trouvé une relation entre un bon jugement (acceptation) sur leur manuel scolaire et la persévérance des élèves. Faisant le parallèle entre le LMS (Learning Management System) et le manuel scolaire.
- Je souhaite vérifier si une bonne acceptation d'un LMS augmente la persévérance des élèves (c'est mon hypothèse) (Attention: l'acceptation est mesurée ici avec le modèle TAM).
- Je vais mettre en place une expérience (méthode) en m'inspirant de recherches similaires afin de vérifier cette hypothèse puis j'analyserai les résultats et les discuterai afin de pouvoir (ou pas) les généraliser.

➤ Exemple 2

- Certains chercheurs auraient montré une relation entre un sentiment d'auto-efficacité (SAE) élevé et de bonnes performances d'apprentissage dans le cadre d'enseignement en présence.
- Je souhaite vérifier si cette relation est transférable dans le cadre d'un enseignement à distance (hypothèse).
- Je vais mettre en place une expérience (méthode) en m'inspirant de recherches empiriques similaires afin de vérifier cette hypothèse puis j'analyserai les résultats et les discuterai afin de pouvoir (ou pas) les généraliser.

La recherche en génie industriel/informatique n'est pas

Une utilisation des résultats de la recherche (ingénierie)

➤ Exemple 1 :

- Une méthode d'aide à la décision pour la planification tactique de l'approvisionnement a été développée dans le cadre d'une thèse de doctorat (Desport 2017)
- Configurer les politiques de gestion de l'outil d'aide à la décision développé dans le cadre de la thèse dans une entreprise du domaine des télécommunications

Pierre Desport, Planification tactique de chaîne d'approvisionnement en boucle fermée : modélisation, résolution, évaluation. Modélisation et simulation. Université d'Angers, 2017. Français

➤ Exemple 2 :

- Une méthode d'alignement d'ontologies de domaine et de haut niveau a été développée dans le cadre d'une thèse de doctorat (Schmidt, 2019)
- Utiliser la méthode d'alignement pour mettre en correspondance des ontologies décrivant le domaine de la robotique et une ontologie de haut niveau

Daniela Schmidt. Alignement d'ontologies haut niveau et de domaine (2015-2019), Thèse de l'Universidade Pontificia do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brésil (Contrat Doctoral, Ministère Brésilien de l'Enseignement Supérieur).

La recherche en génie industriel/informatique implique

un apport de connaissances scientifiques se basant sur des travaux existants de recherche et exploitant la méthode scientifique

➤ Exemple 1

- Dans le domaine des télécommunications, la gestion des approvisionnements inclût généralement des activités de réparation et prend alors place sur une chaîne d'approvisionnement en boucle fermée.
- Le doctorant propose une modélisation générique du problème d'optimisation qui est applicable à une grande variété de chaînes d'approvisionnement. Une approche exacte et une méta-heuristique sont proposées pour résoudre ce problème. Ces approches sont évaluées sur une variété d'instances de différentes tailles avec plusieurs niveaux et distributions du stock initial dans la chaîne d'approvisionnement.

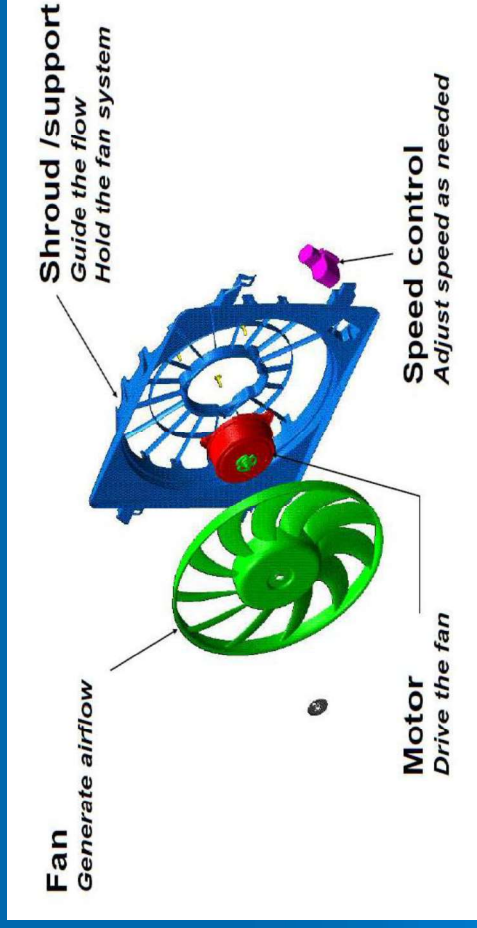
➤ Exemple 2

- Dans le domaine de la représentation des connaissances, les ontologies permettent d'organiser les concepts d'un domaine d'intérêt, et les relations entre ces concepts, et d'exprimer leur sémantique. Afin de pouvoir intégrer de la connaissance exprimée dans différentes ontologies, il faut être capable de les aligner.
- La doctorante propose une nouvelle façon d'exploiter les différents éléments des ontologies et leurs différents niveaux d'expressivité afin de mettre en correspondance des ontologies de domaine et des ontologies de haut-niveau (des ontologies formelles décrivant des concepts qui peuvent être partagées par différents domaines, ex. la notion d'évènement). La méthode est générique et exploitable dans différents domaines. L'approche proposée a été évaluée sur différents jeux de données (robotique, biologie, etc.)

La recherche en statistique n'est pas...

Une simple utilisation/application des résultats de la recherche (ingénierie)

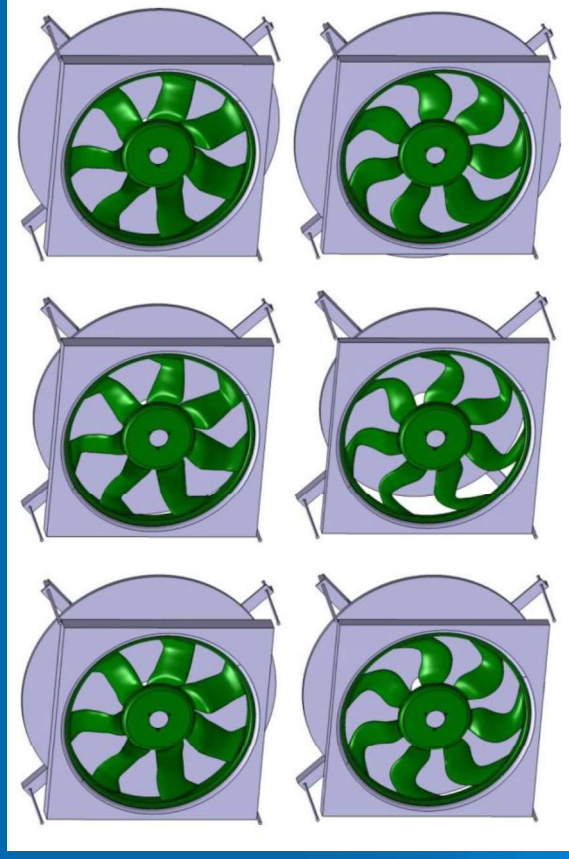
- Dans l'industrie automobile, les besoins du marché évoluent très rapidement dans un contexte où la concurrence est forte et tout particulièrement concernant les turbomachines qui jouent un rôle clef dans le système de refroidissement du moteur.



- Le constructeur automobile français Valeo cherche à améliorer les performances de ses pales en termes de rendement, de débit, de couple, d'acoustique, de poids, de taille.

La recherche en statistique n'est pas...

- Des chercheurs ont eu recours à des processus Gaussiens (à l'interpolation par Krigeage) et à un algorithme d'optimisation appelé Expected Improvement pour déterminer des géométries de pales ayant de bonnes performances en termes de rendement.
- Exemples de pales proposées par les chercheurs :



Expected Improvement applied to an industrial context – Prediction of new geometries increasing the efficiency of fans. A. Lagnoux, T.M.N. Nguyen, B. Demory, M. Henner. *Journal de la SFDS*. Vol. 162, n° 1 (2021) 22–45.

La recherche en statistique - Entre théorie et application

- Lors de la conception d'un avion, le constructeur doit satisfaire des exigences, appelées TLAR "top level aircraft requirements", qui résument les performances attendues des futurs avions.
- Une tâche importante consiste à identifier les exigences qui influencent le plus les coûts d'exploitation d'un avion.



La recherche en statistique - Entre théorie et application

Exemples d'exigences TLARS (variables d'entrée) :

- longueur de la course au décollage
- altitude de l'aéroport
- delta de température

Exemples de quantités d'intérêt (variables de sorties) :

- coût d'exploitation de l'avion
- fuel total

- Il existe un fonction f INCONNUE qui lie les variables d'entrée et les variables de sorties.
- L'expérimenteur souhaite savoir qui, des variables d'entrée, influe le plus sur les sorties. Pour ce faire, il dispose d'un jeu de données d'entrées et des sorties correspondantes. La fonction f étant inconnue, on ne peut pas faire des calculs pour résoudre le problème.

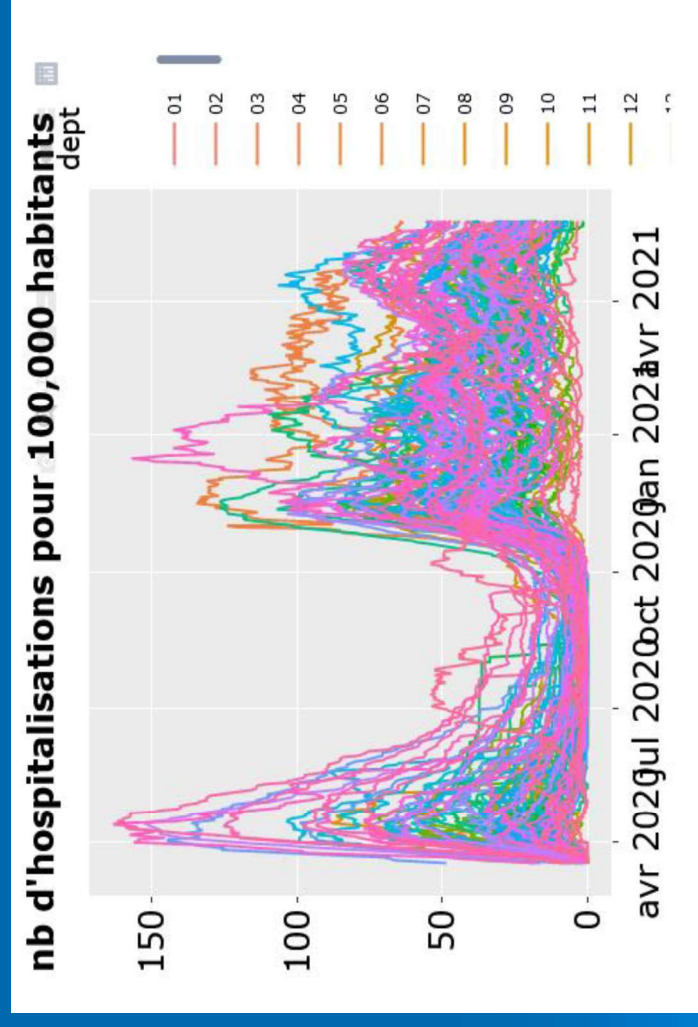
Peteilh, N., Klein, T., Druot, T. Y., Bartoli, N., & Liem, R. P. (2020). Challenging Top Level Aircraft Requirements based on operations analysis and data-driven models, application to takeoff performance design requirements. In AIAA AVIATION 2020 FORUM (p. 3171).

La recherche en statistique - Entre théorie et application

- L'analyse de sensibilité permet de répondre à ce genre de question en définissant des indices qui quantifient l'influence de chacune des variables d'entrée sur la sortie considérée.
Comme la fonction f est inconnue, on ne peut pas directement calculer ces indices.
On a donc recours à leur estimation.
- Une démarche de recherche peut consister à
 - proposer un estimateur qui a l'air prometteur
 - prouver que cet estimateur a de bonnes propriétés statistiques. A minima qu'il converge vers l'indice lorsque la taille de l'échantillon tend vers l'infini.
 - comparer cet estimateur à d'autres existants en terme de mise en œuvre, de propriétés statistiques, de coût d'implémentation...

La recherche en statistique appliquée - Données COVID19

- Santé publique France met à disposition du grand public de nombreuses sources de données à travers le portail open data français data.gouv.fr. Une simple recherche sur ce site avec le mot clé **covid19** renvoie le visiteur sur plusieurs jeux de données.
- Par exemple, on peut s'intéresser à la dynamique de la pandémie en France au niveau départemental et plus particulièrement aux données hospitalières par département. Cf. graphique ci-contre. Une courbe par département.



La recherche en statistique très appliquée

Données COVID19

- Etape préliminaire - statistique descriptive : décrire les données, calculer des caractéristiques
- Analyses exploratoire et prédictive - Proposer un modèle (séries temporelles, régression linéaire, ...) de l'évolution du nombre d'hospitalisations.
Faites intervenir des variables qui vous paraissent jouer un rôle clef.
En déduire des prédictions pour les mois futurs.
Comparer avec les modèles existants dans la littérature.
- Analyse explicative - Existe-t-il un lien entre des facteurs climatiques (température, pluviométrie, ensoleillement, vent, ...) et socio-économiques (revenu fiscal, âge,...) et l'évolution du nombre d'hospitalisations (ou réanimations) à l'échelle du département ?

La recherche en statistique appliquée

Données COVID19

- En analysant les séries temporelles hospitalières de COVID-19 en France, des chercheurs ont pu estimer dès le mois d'avril la valeur des principaux paramètres épidémiologiques (nombre de reproduction de base, date d'initiation de la vague épidémique, efficacité du premier confinement). Le modèle fournit ensuite un cadre de simulation permettant d'explorer des scénarios contre-factuels et de comparer diverses modalités temporelles, adaptatives et âge-spécifiques de mesures non pharmaceutiques.

M. T. Sofonea, B. Reyné, B. Elie, R. Djidjou-Demasse, C. Selinger, Y. Michalakis, S. Alizon. Epidemiological monitoring and control perspectives : application of a parsimonious modelling framework to the COVID-19 dynamics in France. medRxiv, p. 2020.05.22.20110593, 2020. doi : 10.1101/2020.05.22.20110593.
Publisher : Cold Spring Harbor Laboratory Press.

La recherche en statistique plus théorique

Données COVID19

- Des chercheurs ont étudié la mesure empirique suivante

$$\mu_t(da \times \{i\}) := \#\{\text{infected ind's at time } t, \text{ in state } i \text{ and of age } da\}$$

Ils ont prouvé une loi forte des grands nombres pour cette quantité :

$$\frac{1}{N} \mu_t^N(da \times \{i\}) \longrightarrow n(t, a) p(a, i) da$$

Ils ont montré que l'objet limite vérifie une équation différentielle explicite. En étudiant cet objet limite, ils en déduisent des propriétés sur l'objet non asymptotique.

F. Foutel-Rodier, F. Blanchard, P. Courau, P. Czappon, J.-J. Duchamps, J. Gamblin, É. Kerdoncuff, R. Kulathinal, L. Régnier, L. Vuduc, A. Lambert**, E. Schertzer**. From individual-based epidemic models to McKendrick-von Foerster PDEs : A guide to modeling and inferring COVID-19 dynamics. Eprint arXiv :2007.09622, 2020.*

Etapes de la démarche scientifique

- Phase de conception, construction de l'objet d'étude
 - Recenser les écrits et les besoins de terrain
 - Définir la problématique de recherche
 - Poser un cadre et un questionnement scientifique
 - Enoncer les questions de recherche
 - Préciser la problématique
 - Eventuellement énoncer des hypothèses/conjectures
- Phase méthodologique
 - Choisir/définir/adapter/concevoir la méthodologie (modèles/outils)
 - Proposition de recherche (preuve/validation hypothèses/conjectures)
- Phase de déploiement
 - Collecter et traiter les informations
 - Appliquer la méthodologie
 - Interpréter/discuter/comparer les résultats
- Restitution et confrontation des résultats
 - Communications (séminaires/colloques avec comité de lecture ou pas)
 - Publications (actes de conférence/revues)

<https://www.youtube.com/watch?v=p-krOi2FU5w>

Choisir un thème/thématique de recherche

- Très larges, généraux
- Exemples
 - Psychologie : autisme, thérapies alternatives, apprentissage, ergonomie cognitive...
 - Génie industriel : planification, ordonnancement...
 - Informatique : sécurité informatique, système d'information, IA...
 - Statistique : MSP, apprentissage, analyse de sensibilité ...

Sujet de recherche

- Plus précis que le thème, exprimé de manière simple
- Exemple
 - Psychologie : déterminer les liens entre les thérapies alternatives et la réticence vaccinale
 - Planification : amélioration des processus de planification de la production dans les mines
 - Informatique : Conception et implémentation d'une nouvelle technique de protection de code contre les attaques
 - Statistique : Contributions à la MSP des processus industriels multivariés

Problématique de recherche

- Une problématique est l' « ensemble des questions, des problèmes concernant un domaine de connaissances ou qui sont posés par une situation. » Larousse
- Bonne problématique
 - Exprimée de manière simple, précise, concise et cohérente
 - Originale sans être insolvable (juste milieu entre banalité, généralité et innovation, originalité)
 - Co-construction + évolution

Questions de recherche

- Donnent des indications sur ce que vous allez résoudre au cours de vos recherches et permettent de structurer le travail de recherche
- Rédigée sous forme de question fermée (oui/non) ou ouverte
- Types de questions
 - Descriptives : décrire une situation, un concept ou une personne à partir d'observations ou d'informations recueillies (Quelle est la population mondiale ?)
 - Comparatives : explorer les différences et ressemblances entre deux ou plusieurs éléments (Quelle est la différence entre la langue des signes et le langage du corps ?)
 - Définissantes : comment inscrire le sujet dans un cadre plus large (Comment est-il possible de caractériser la sous-classe émergente en Allemagne ?)
 - Evaluatives/normatives : déterminer la valeur d'une chose (Est-il souhaitable que les ouvriers soient surveillés de près ?)
 - Explicatives : déterminer la cause d'un problème (Pourquoi les feuilles changent-elles de couleur en automne ?)
 - Prédicatives : identifier une conséquence attendue (Les transports publics resteront-ils bon marché à l'avenir ?)
 - Déductives : mesurer une conséquence et faire émerger le plus souvent au moins une hypothèse (Quel est l'effet des tests d'alcoolémie préventifs sur les personnes qui conduisent après avoir bu ?)

<https://www.scribbr.fr/memoire/formuler-des-questions-de-recherche/>

Etat de l'art

- Revue de la littérature scientifique
- Recherche documentaire
- Etat des connaissances scientifiques sur le sujet
- Rassembler les informations les plus récentes et les plus pertinentes et de définir les concepts clés
- Réunir les premiers éléments de réponse permettant de répondre aux questions de recherche
- Rédiger une synthèse

La méthodologie de recherche

- Très dépendante de la discipline et du type de recherche
- Sera abordée ultérieurement

<https://www.youtube.com/watch?v=p-krOizFU5w>

Structure d'une communication/mémoire ou article

- **Forme générale d'un mémoire /article**
 - *Introduction*
 - *Etat de l'art*
 - *A la fin de l'état de l'art → Enonciation de questions de recherche/hypothèse(s)*
 - *Méthodologie*
 - *Proposition de recherche*
 - *Résultats/Discussion*
 - *Conclusion et perspectives*

Organisation de L'UE

- **Séance 1**
 - Introduction à la recherche scientifique
 - Recherche bibliographique
- **Séance 2**
 - Présentation des méthodologies de recherche
 - Présentation des sujets de recherche (Statistique, Psychologie Cognitive, Optimisation)
 - Par groupes de 6 s'approprier le sujet via des articles/thèses proposés
- **Séance 3**
 - Par groupes de 6 s'approprier le sujet via des articles/thèses proposés (suite)
 - Commencer à rédiger une synthèse
- **Séance 4**
 - Rédaction de la première partie de l'état de l'art en collaboration
 - Identification de 3 problématiques/questions de recherche
- **Séance 5**
 - Individuellement effectuer un état de l'art sur la problématique/questions de recherche identifiée (2 personnes font le même état de l'art et travailleront ensemble sur le sujet de recherche en S2)
- **Séance 6**
 - Finalisation et rédaction de l'état de l'art avec une partie commune (synthèse réalisée par 6) et une partie personnelle

Recherche bibliographique

Recherche bibliographique

- La recherche doit être principalement basée sur des articles (revues et conférences), des thèses de doctorat et des livres.
- Eviter les références d'ouvrages ou de sites internet de vulgarisation ou trop généralistes ! (wikipedia...).
- **Base de données bibliographiques à organiser:** outils de gestion bibliographique gratuit très intéressant (Mendeley, JabRef, Zotero...).
- Ne pas oublier de **citer toutes les sources!** (texte, photo, ...).

• **Exercice**

- Créer un compte zotero et envoyer les références à votre enseignant
- Consulter les documents du groupe "Mine Planning Open Pit"
- Organiser les documents du groupe de manière collaborative (ne pas hésiter pas à insérer des commentaires)

Recherche d'information

➤ Les ressources du Web sont innombrables mais leur qualité est extrêmement variable et l'information y est volatile.

➤ **Moteurs de recherche:**

- **généralistes (google scholar) / associés à un éditeur (IEEE, Elsevier, Springer, ...)**
- **libre accès (google scolar) / accessibles via les droits de l'université (mathscinet).**

➤ **Outils de l'université**

- Archipel : https://catalogue-archipel.univ-toulouse.fr/primo-explore/search?vid=33UT2_VU1
- <https://bibliotheques.univ-tlse2.fr/accueil-bibliotheques/ressources-numeriques/acces-a-distance-1>
- le catalogue collectif des universités (SUDOC) : <http://www.sudoc.abes.fr>
- le catalogue mondial (Worldcat) : <http://www.worldcat.org/>
- le catalogue de la Bibliothèque nationale de France (<http://catalogue.bnf.fr>)

➤ **Moteurs de recherche intéressants :**

- <http://scholar.google.com> (généraliste)
- <http://books.google.com> (généraliste)
- <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search> (généraliste)
- <https://www.scopus.com> (généraliste)
- <http://oaister.worldcat.org> (généraliste)
- <http://www.sciencedirect.com> (Elsevier)
- <http://ieeexplore.ieee.org> (IEEE)
- <http://www.springerlink.com> (Springer)
- <http://onlinelibrary.wiley.com> (Wiley)
- <https://hal.archives-ouvertes.fr>
- <http://www.theses.fr>

Recherche d'information

- Un répertoire de sites
 - Open Directory Project (<http://www.dmoz.org/World/Fran%C3%A7ais/>)
- Créé en 1998, Il est géré par une vaste communauté d'éditeurs bénévoles provenant du monde entier.
- Des portails scientifiques ou thématiques
 - WorldWideScience (<http://worldwidescience.org>)
 - Université en ligne (<http://uel.unisciel.fr>)
 - Sciences.gouv.fr (<http://www.science.gouv.fr/>)
 - Legifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr/>)
 - Centre international de recherche scientifique (<http://www.cirs.fr>)
 - <https://www.ensae.fr>

Types de publications

➤ **Livres et chapitres de livres**

- Correspond souvent à un ensemble des résultats connus et à des synthèses sur un domaine.

➤ **Articles dans une revue nationale ou internationale**

➤ **Communications dans une conférence**

- Nationale
- Internationale

➤ **Types d'articles de recherche**

- l'article de recherche
- l'article de synthèse
- la note de recherche
- la lettre à l'éditeur
- la revue systématique
- la méta-analyse
- le cas clinique

• **Exercice**

- Chercher un état de l'art sur "open pit mine planning" et l'intégrer dans la bibliothèque zotero et la ranger dans le dossier Reviews
- Chercher une thèse sur "open pit mine planning" et l'intégrer dans la bibliothèque zotero et la ranger dans le dossier Reviews
- Chercher un article de revue très récent l'intégrer dans la bibliothèque zotero et le ranger dans l'arborescence

A développer

<https://www.scribbr.fr/article-scientifique/types-articles-scientifiques/>

Évaluer la qualité et la pertinence des sources

➤ Pourquoi évaluer ses sources ?

Un travail de recherche doit s'appuyer sur des informations fiables. Cela est particulièrement vrai lorsque les recherches portent sur des sites web. Toute information dont on ignore la provenance devrait a priori être écartée.

➤ Quels sont les principaux critères de fiabilité des sources ?

- L'auteur, l'éditeur de la ressource
- La date de publication du document
- Le domaine de la ressource (adresse URL)
- L'objectif du site
- La notoriété, l'indice de popularité du site
- Le contenu de l'information (structuration, argumentation, sources, etc.)



Citation des sources

- Styles de références <https://www.scribbr.fr/citation-des-sources/apercu-des-styles-de-citation>
- Des standards et des normes ([APA](#), [IEEE](#)) pour la :
 - Rédaction de la source
 - Citation de la source
- Exemple:
 - [1], [2]
 - (Swaen et al, 2014); (Swaen, Driessen et Van Laak, 2014)
- Techniquement
 - Utiliser les outils zotero https://guides-formadoct.u-bretagne.fr/atelier_Zotero/bibliographie#s-lq-box-13151538 ou google scholar...

•Exercice

- Générer une bibliographie