

Démarche scientifique

Initiation à la Recherche
Master 1 ISiDIS

SÉBASTIEN VEREL

verel@univ-littoral.fr

<http://www-lisic.univ-littoral.fr/~verel>

Université du Littoral Côte d'Opale
Laboratoire LISIC
Equipe OSMOSE

20 septembre 2018

Plan

- 1 Objectifs
- 2 Aristote
- 3 Discours de la méthode
- 4 Principe de réfutation
- 5 Sciences en informatique
 - Contenus typiques
 - Modélisation, simulations

But

Science (une première définition)

Corpus de connaissances organisées
par une démarche intellectuelle particulière

Quelle est cette démarche intellectuelle particulière ?

But

Science (une première définition)

Corpus de connaissances organisées
par une démarche intellectuelle particulière

Quelle est cette démarche intellectuelle particulière ?

Buts

- (Re)découvrir la démarche scientifique en s'y exerçant
- Découvrir l'activité de recherche scientifique en informatique

Objectifs de l'enseignement

- S'initier à la démarche scientifique (en informatique),
- Défendre des conclusions devant des pairs, et réciproquement savoir évaluer les résultats d'autres études sur des sujets connexes.
- S'initier à la recherche bibliographique

Programme

- ECTS : 2
- Durée : 14h = 4 séances de 3h + 2h :
 - mercredi 20 septembre (3h)
 - mercredi 27 septembre (3h)
 - mercredi xx 2018 (3h)
 - mercredi xx 2018 (3h)
 - mercredi xx 2018 (2h) - présentations orales
- En gros :
 - Démarche scientifique
 - Analyse de données et argumentation numérique
 - Présentation orale scientifique
 - Problématique et étude bibliographique
 - Rédaction d'un document scientifique
- Se veut aussi une aide pour le projet

Evaluation

Évaluation

- 1 100% Contrôle continu :
interrogation,
synthèse d'un article,
présentation orale

Plan

- 1 Objectifs
- 2 Aristote
- 3 Discours de la méthode
- 4 Principe de réfutation
- 5 Sciences en informatique
 - Contenus typiques
 - Modélisation, simulations

Démarche scientifique

Science

Corpus de connaissances organisées
par une démarche intellectuelle particulière

Quelle est cette démarche intellectuelle particulière ?

Démarche scientifique

Science

Corpus de connaissances organisées
par une démarche intellectuelle particulière

Quelle est cette démarche intellectuelle particulière ?

Longue histoire, très court résumé...

Aristote



Aristote



"L'école d'Athènes", Raphaël, 1509-1512

Aristote



Aristote (-384/-322)

- Philosophe grec :
 - Montée du royaume de Macédoine
- Disciple de Platon (-427/-348)
- Encyclopédiste, intérêt arts et sciences
 - Logique :
 - Tiers exclu : "Tout vrai ou tout faux"
 - Syllogisme :

Aristote



Aristote (-384/-322)

- Philosophe grec :
 - Montée du royaume de Macédoine
- Disciple de Platon (-427/-348)
- Encyclopédiste, intérêt arts et sciences
 - Logique :
 - Tiers exclu : "Tout vrai ou tout faux"
 - Syllogisme :
Tous les hommes sont mortels.
Tous les grecs sont des hommes.
Donc *tous les grecs sont mortels.*
 - Division de la philosophie :
 - Théorique, pratique, poïétique

Science Théorique d'Aristote

— Physique, mathématique et théologie —

- Connaissance des causes :
qui répond à la question pourquoi, raison d'existence
- Outil : la démonstration

4 types de causes

- Matérielle, de la matière :
ce dont une chose est faite
- Formelle, de la définition :
à la fois de la géométrie, de l'idée
- Efficente : premier mouvement ou repos
- Finalité (principe téléologique) :

"La nature ne fait rien en vain"

ex. *"C'est parce que l'homme est intelligent qu'il a des mains"*

Scholastique

- Enseignement du moyen-âge (principale XII^e au XV^e s.) : écoles monastiques et dans les universités (Paris)
- Méthode d'enseignement étaient formelles basées sur la connaissance livresque uniquement (Aristote / Bible)
- Figure notable : Saint Thomas d'Aquin (1224 - 1274)

Scholastique

- Enseignement du moyen-âge (principale XII^e au XV^e s.) : écoles monastiques et dans les universités (Paris)
- Méthode d'enseignement étaient formelles basées sur la connaissance livresque uniquement (Aristote / Bible)
- Figure notable : Saint Thomas d'Aquin (1224 - 1274)

Mais...

Raisonnement sur des concepts anciens :

- Négation de l'expérimentation
- Refus de toute remise en cause de la philosophie d'Aristote



Discours de la méthode

Discours de la méthode (1637),

Pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences

René Descartes (1596 - 1650)

- Mathématicien, physicien et philosophe français :
 - Philosophie : "*Cogito ergo sum*" - doute méthodique
 - Physique : Optique
 - Mathématique : Géométrie analytique
- Période :
 - "Fin" de la Renaissance,
 - Contemporain de Galilée (1564 - 1642),
 - Avant le siècle des lumières (\approx 1688, XIII^e)

Discours de la méthode

Discours de la méthode

Une méthode simple (4 règles) posée comme principe de la construction d'un savoir scientifique

Principe de la méthode

- Avancer dans la connaissance au moyen de déduction
- Jusqu'aux intuitions des principes

Préceptes de la méthode

Démarche analytique

L'évidence

"Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle ; c'est-à-dire, d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit, que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute."

Préceptes de la méthode

Démarche analytique

L'évidence

"Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle ; c'est-à-dire, d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit, que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute."

L'analyse

"Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais, en autant de parcelles qu'il se pourrait, et qu'il serait requis pour les mieux résoudre."

Préceptes de la méthode

Démarche analytique

La synthèse et le raisonnement

” Le troisième, de conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusques à la connaissance des plus composés, et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres.”

Préceptes de la méthode

Démarche analytique

La synthèse et le raisonnement

" Le troisième, de conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusques à la connaissance des plus composés, et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres."

Le dénombrement

" Et le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales, que je fusse assuré de ne rien omettre."

Démarche analytique, réductionniste

Méthode analytique

- Description des objets (ex. molécules)
 - Description de leurs interactions (ex. architectures moléculaires)
-
- Démarche extrêmement efficace (lorsque possible), éliminant les doutes.
 - Définition de la science par le comment :
"Lorsqu'on suit cette méthode, on construit un savoir scientifique"
 - Ce n'est pas une définition qui suppose les 4 règles possibles

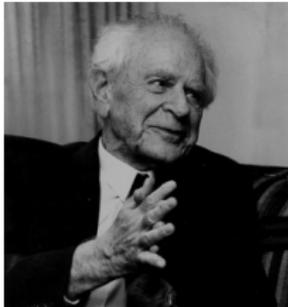
Démarche analytique, réductionniste

Méthode analytique

- Description des objets (ex. molécules)
- Description de leurs interactions (ex. architectures moléculaires)
- Démarche extrêmement efficace (lorsque possible), éliminant les doutes.
- Définition de la science par le comment :
"Lorsqu'on suit cette méthode, on construit un savoir scientifique"
- Ce n'est pas une définition qui suppose les 4 règles possibles

Parfois la synthèse est très difficile, voir infaisable, à réaliser.

Karl Popper



Karl Popper (1902-1994)

- Philosophe autrichien des sciences
- Contemporain de K. Lorenz, Einstein, cercle de Vienne
- Influencer par C. Darwin (1809 - 1882) :
épistémologie évolutionniste

Théorie de la connaissance

2 problèmes de la théorie de la connaissance

- Problème de l'**induction** :
Aucune de théorie universelle n'est justifiable par l'induction (régression infinie, dénombrement)
⇒ Induction est "mythe" dans l'élaboration de connaissance.
- Problème de **démarcation** :
Distinction entre science et métaphysique

La théorie précède l'observation

- Toutes les sciences : basées sur l'observation (par nature partielle)
- Seule possibilité : construire des lois générales à partir d'observations
Ne garantit pas justesse (ex. les cygnes blancs)

Principe de réfutabilité

Corroboration d'une hypothèse

Série de tests indépendants que la théorie passe

- Ne permet pas de conclure à la "vérité" d'une hypothèse
- Vérité relative aux tests

Proposition scientifique est une proposition réfutable dont on ne peut affirmer qu'elle ne sera jamais réfutée (ex. cygne noir)

Théorie scientifique, principe de réfutabilité

Permet de diviser les observations en 2 classes :

- Observations qui contredisent la théorie (falsificateurs),
- Observations avec lesquelles la théorie s'accorde (qui la corroborent si vrai)

Croissance des connaissances

Epistomologie évolutionniste

Processus darwinien, sélection naturelle des hypothèses

- Problème initial : P_1
- Tentative de solution
- Elimination de l'erreur au moyen de l'expérimentation
- Nouveau problème : P_2

En informatique comme dans toutes les sciences

Situations typiques en informatique "expérimentale"

Comparaison de méthodes

- Problématique :
reconnaissance de visage, représentation d'une scène 3d, architecture d'une application, détection d'une substance, communication de données, etc.
- Hypothèse :
"algorithme SN est meilleur que algorithme OP"
- Méthodologie :
 - Définition d'un benchmark,
 - Définition d'une ou plusieurs mesures de performance
- Comparaison des algorithmes SN et OP selon les mesures.

l'hypothèse est une proposition réfutable,
donc hypothèse scientifique.

Hypothèse corroborée ou réfutée : SN meilleur ou non que OP

En informatique comme dans toutes les sciences

Situations typiques en informatique "expérimentale"

Acquisition de nouvelles connaissances fondamentales

- Problématique :
reconnaissance de visage, représentation d'une scène 3d,
architecture d'une application, détection d'une substance, etc.
- Hypothèse :
" algo SN meilleur parce qu'il profite du grand nombre de 01"
" la dynamique s'explique par la présence d'une caractéristique P"
- Méthodologie (possible) :
 - Définition d'un benchmark avec et sans la propriété
 - Définition d'une ou plusieurs mesures relatives à l'hypothèse
- Comparaison/corrélation des mesures

l'hypothèse est une proposition réfutable,
donc hypothèse scientifique.

Hypothèse corroborée ou réfutée : l'implication est vraie ou non

ScienceS informatiques

Attention !

- En informatique plus "théorique", on démontre mathématiquement certaines propriétés des algorithmes. Ce n'est plus une démarche purement expérimentale même si on peut comparer les algorithmes de cette façon.
- Il est parfois très difficile voire impossible de définir une mesure de comparaison "objective" : Pas de "vérité" absolue, relative aux tests.

Modélisation et simulation informatique

Buts de la modélisation et de la simulation

- Modèle pour **Comprendre** un phénomène, système, etc.
- Modèle pour **Prévoir** l'évolution d'un système
- Simulation informatique permet l'**exploration**, l'**expérimentation**

Modèle

- Simplification de la réalité
- Représentation abstraite, formelle :

"La carte n'est pas le territoire"

Simulation

- Mise en oeuvre d'un modèle,
- Exécution, calcul d'un modèle.

Démarche scientifique avec des modèles

Conception d'un modèle

- 1 Formulation d'une question scientifique (problème)
- 2 Conception d'un modèle (expression d'une hypothèse)
- 3 Production de données à partir de la simulation du modèle
- 4 Validation du modèle par rapport au réel en fonction de la question posée (réfutabilité)
- 5 Ajustement ou non du modèle (retour à 2)

Remarques : En fait, les "modèles" ressemblent beaucoup aux théories selon K. Popper.

Pourquoi des simulations informatiques ?

La simulation permet l'exploration, l'expérimentation :

- A moindre coût (argent, temps, etc.)
- Manipuler de "l'inaccessible" (dont les conséquences sont réfutables)
- Tester des hypothèses

Pourquoi des simulations informatiques ?

La simulation permet l'exploration, l'expérimentation :

- A moindre coût (argent, temps, etc.)
- Manipuler de "l'inaccessible" (dont les conséquences sont réfutables)
- Tester des hypothèses

Conséquence

Une fois un modèle validé :

⇒ La simulation se substitue au phénomène

- ... sur lequel on peut formuler des questions (dans le cadre de valider du modèle)

En conclusion

Science

Corpus de connaissances organisées
par une démarche intellectuelle particulière

Proposition scientifique

proposition réfutable dont on ne peut affirmer qu'elle ne sera
jamais réfutée

"La science est un ouvrage humain et en tant qu'ouvrage humain elle n'est pas infallible. Et c'est précisément la conscience de l'imperfection de la science qui distingue le savant du scientifique."
K. Popper, Première journée du symposium de Vienne, 1983.