

Les mathématiques appliquées ?

Présentation MAP
Septembre 2024

Machine Learning

THIS IS YOUR MACHINE LEARNING SYSTEM?

YUP! YOU POUR THE DATA INTO THIS BIG PILE OF LINEAR ALGEBRA, THEN COLLECT THE ANSWERS ON THE OTHER SIDE.

WHAT IF THE ANSWERS ARE WRONG?

JUST STIR THE PILE UNTIL THEY START LOOKING RIGHT.



epidemiology – Re x | ARC proposal draft x | ARC 2024 - Google x | tentative titles, bac x | LLM and Numerica x

openai.com/c/dc556a8e-de0e-4b65-9bc0-9b6704a38b59

Google, Star, Share, and various social media icons.

l'actu - lesoir.be, WhatsApp, Dictionnaire anglais, Belgium COVID-19..., google, favoris meel, Tous les favoris

Default (GPT-3.5)

models used in natural language processing and understanding. Numerical linear algebra plays a significant role in the training and functioning of such models. Here's how numerical linear algebra is relevant to LLMs:

- Matrix Operations:** Large language models rely heavily on matrix operations. These models represent words and their relationships as vectors in high-dimensional vector spaces. The core operations, such as vector multiplication and matrix factorization, are based on principles from numerical linear algebra.
- Embeddings:** LLMs often create embeddings of words or tokens in vector space. This process involves linear algebra techniques to transform the one-hot encoded representations of words into continuous vector representations, which capture semantic meaning and word relationships.
- Dimensionality Reduction:** Techniques like Singular Value Decomposition (SVD) and Principal Component Analysis (PCA) from numerical linear algebra are used for

Regenerate

Send a message

Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT August 3 Version](#)



ingénieur map ucl



Web

Images

Maps

Shopping

Videos

More ▾

Search tools

About 2,460,000 results (0.31 seconds)

Tip: [Search for English results only](#). You can specify your search language in [Preferences](#)

[UCL - Les Mathématiques Appliquées](#)

[www.uclouvain.be](#) > ... > [Commissions de programmes](#) ▾ [Translate this page](#)

by N Ponet - 2011

Mathématiques appliquées (MAP) ... Ce sont les mathématiques au service de l'ingénieur ! ... appliquées est assurée par la Commission de Programme MAP.

[UCL - Bacheliers ingénieurs civils : Q3](#)

[www.uclouvain.be/30830.html](#) ▾ [Translate this page](#)

by V Legat - 2012

12

CLEVE'S CORNER

THE WORLD'S LARGEST MATRIX COMPUTATION

Google's PageRank is an eigenvector of a matrix of order 2.7 billion.

BY CLEVE MOLER

One of the reasons why Google is such an effective search engine is the PageRank™ algorithm, developed by Google's founders, Larry Page and Sergey Brin, when they were graduate students at Stanford University. PageRank is determined entirely by the link structure of the Web. It is recomputed about once a month and does not involve any of the actual content of Web pages or of any individual query.

It tells us that the largest eigenvalue of A is equal to one and that the corresponding eigenvector, which satisfies the equation

$$x = Ax,$$

exists and is unique to within a scaling factor. When this scaling factor is chosen so that





Maureen Heymans · 2nd

VP Engineer at Google Inc.

Los Altos, California, United States · 357 connections ·

[Contact info](#)

Connect

Message

More..



UC Santa Barbara

Highlights



6 mutual connections

You and Maureen both know Laurent Demanet, Céline Schreiber, and 4 others



You both studied at UCLouvain - Université catholique de Louvain

You both studied at UCLouvain - Université catholique de Louvain from 1999 to 2001

[Say hello](#)



1 Mutual Group

You and Maureen are both in UCLouvain MAP

BUSINESS INSIDER

SAI

[Google AdWords](#)

Google AdWords: Gericht adverteren, www.Google.be/

[Home](#) [Tech/Media](#) [Finance](#) [Markets](#) [Politics](#) [Strategy](#) [Entertainment](#) [Advertising](#) [Retail](#) [S](#)

[SAI Home](#) [Mobile](#) [Enterprise](#) [Tools](#) [Media](#) [Digital 100](#) [Silicon Valley 100](#) [Innovation](#) [Docu](#)

[Documents](#) [Jobs](#)

10 Brilliant Google Engineers Facebook Needs To Poach Right Now

Nicholas Carlson | Aug. 2, 2011, 4:35 PM | 82,705 | 10

[Recommend](#) 83

[Share](#) 42

[Tweet](#) 210

[+1](#) 2

[Email](#)

[More](#)

Facebook is rumored to be developing a search engine to compete with Google's.

If so, it's going to need some of Google's brains.

But which ones?

A business analytics firm called Seravia came up with a list of 10 Googlers it thinks Facebook should target.

How Seravia people came up with the list is pretty cool.

First they searched for patents owned by Google and 199 or so subsidiaries. They came up with a list of 10 patents to search inventions; only 134 had 10 or more patents. After 2008, and therefore finally, they ranked the remaining



Et LinkedIn utilise la méthode « Louvain », développée dans un TFE en MAP

Air Traffic Management



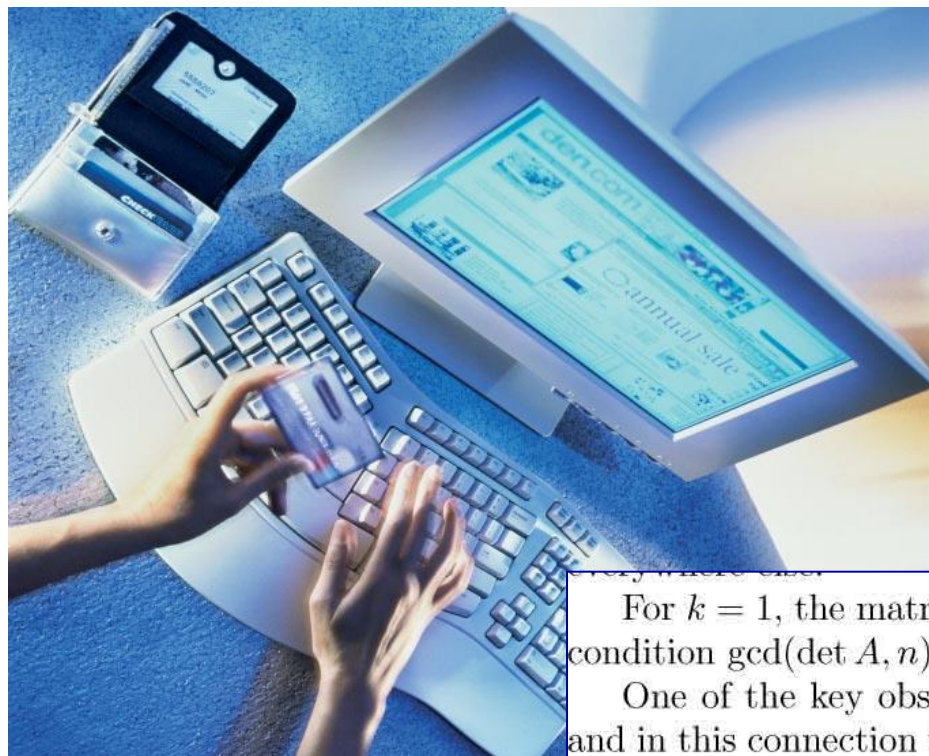
Le prix des options financières



La Bourse de New York, un jour faste. Les mathématiques ont fait une entrée en force dans le monde de la finance depuis plus d'une vingtaine d'années. Réciproquement, le monde de la finance fournit des problèmes qui stimulent la recherche dans certains domaines des mathématiques. (Cliché Gamma Liaison/Gifford)

Moyennant ces hypothèses, on trouve que le prix de l'option obéit à une certaine équation aux dérivées partielles (équation différentielle où la fonction inconnue dépend de plusieurs variables). Dans le cas le plus simple, étudié indépendamment par les Américains Fischer Black et Myron Scholes d'une part et Robert Merton d'autre part en 1973, cette équation est la même que l'équation de diffusion de la chaleur, bien connue des physiciens. Il est alors possible de la résoudre explicitement et de déterminer le prix de l'option en fonction de ses propres caractéristiques (échéance, prix d'exercice) ainsi que du cours de l'action et de sa volatilité : c'est la formule de Black-Scholes et Merton, qui a valu à Scholes et Merton le prix Nobel d'économie en 1997 (Black est décédé en 1995).

Cyber-sécurité



LMAT2450

For $k = 1$, the matrices are 1×1 -matrices, i.e., numbers $A = (a)$, and the condition $\gcd(\det A, n) = 1$ boils down to $\gcd(a, n) = 1$.

One of the key observations for RSA was the theorem of Euler-Fermat, and in this connection the fact that $\phi(n) = \phi(pq) = \phi(p)\phi(q) = (p-1)(q-1)$ played a central role. Note that $\phi(n)$ is the order of the group $\text{GL}(1, \mathbb{Z}/n\mathbb{Z}) = (\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$.

What is the order of the group $\text{GL}(2, \mathbb{Z}/n\mathbb{Z})$ for $n = pq$? (This plays no role for describing the encoding and decoding process, but is important for studying the safety of the cryptosystem).

Lemma 6.1. *Let $n = pq$ be the product of two distinct primes. Then $\text{GL}(2, \mathbb{Z}/n\mathbb{Z})$ has exactly $n\phi(n)^2(p+1)(q+1)$ elements.*



Quand la « Baby Benz » fait des bonds...

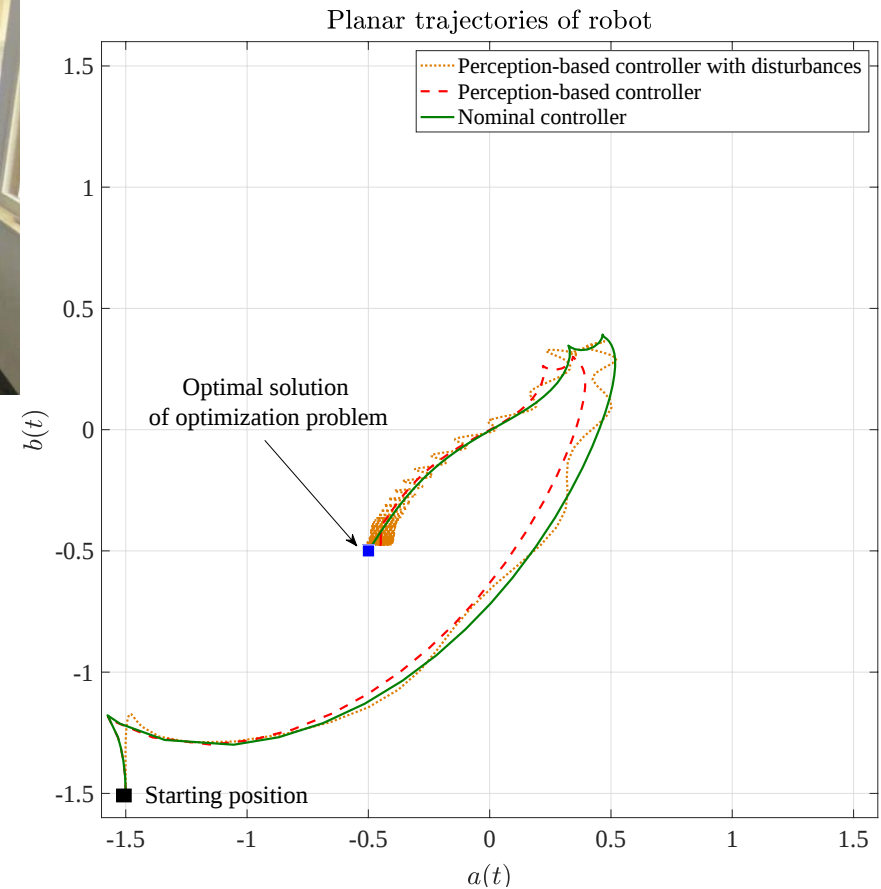
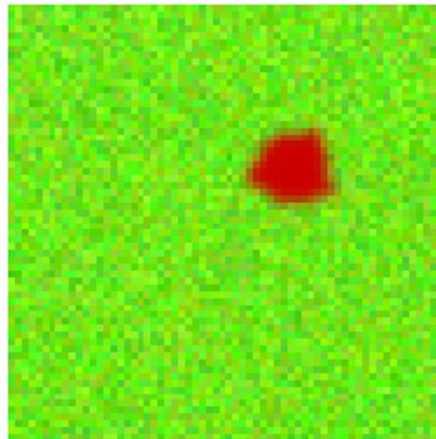
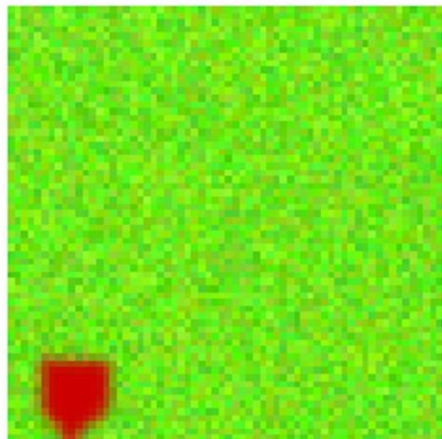
Pas si sûre, la nouvelle « Classe A » de Mercedes-Benz ? Il y a deux jours, le magazine allemand « Autobild » organisait un test de slalom près de Brême. D'où cette « Baby Benz » qui fait des bonds ! Depuis l'accident intervenu le 21 octobre dernier lors d'un test à Stockholm — un tonneau à 60 km/h —, on attendait la réaction officielle du

constructeur allemand. Daimler-Benz a ainsi annoncé qu'il allait équiper, à compter de février, toutes ses « Classe A » d'un système électronique de régulation du comportement dynamique, qui agit sur les freins, roue par roue, et sur le couple du moteur dès qu'un comportement routier anormal est détecté. Et ce, sans haus-

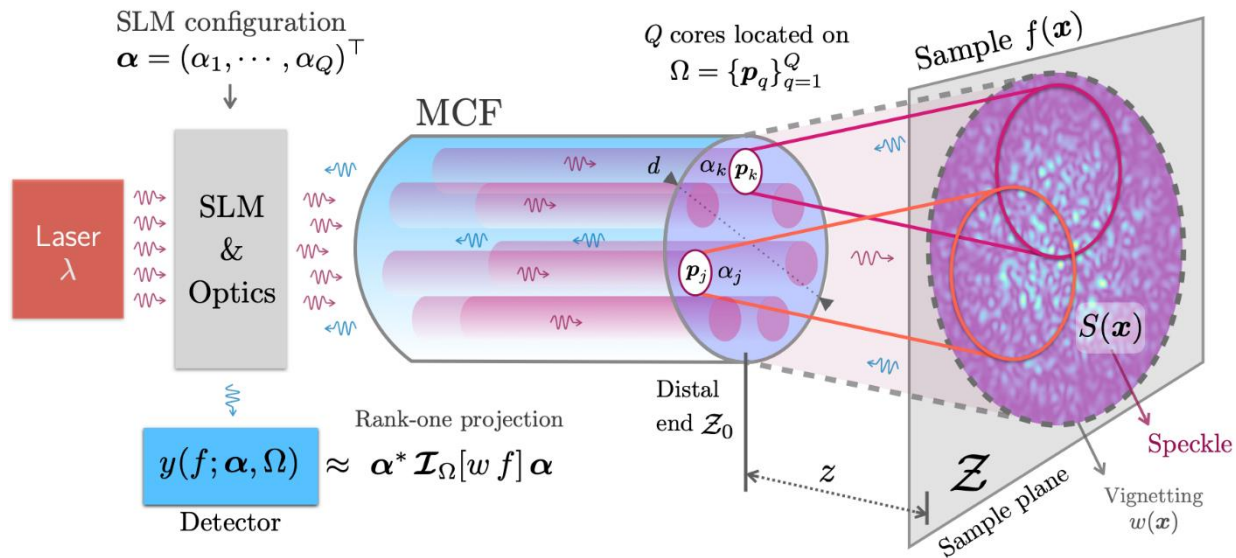
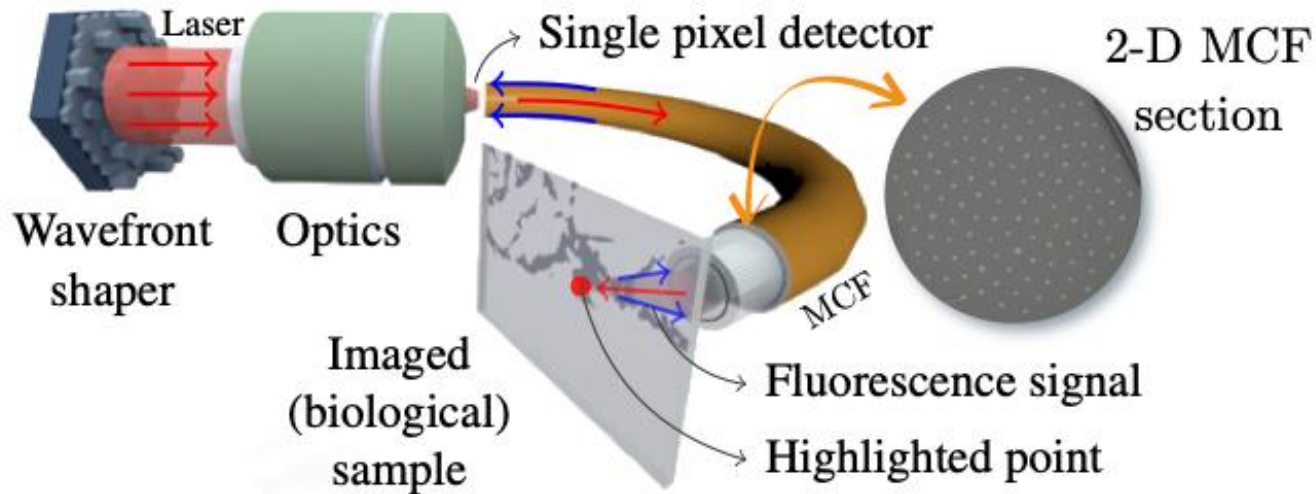
se de prix. Quant aux propriétaires des 3.000 véhicules déjà livrés en Europe ou à livrer jusqu'à février, ils pourront faire poser gracieusement le nouveau système. Au total, l'opération coûtera 100 millions de marks (2 milliards de F) chaque année au constructeur. S'y ajouteront 50 millions de marks pour le rappel de la moitié des véhicules

déjà livrés. Ceux-là sont équipées de pneus Good Year qui s'écrasent lorsqu'ils sont soumis à des contraintes exceptionnelles que la jante peut entrer au contact de la chaussée et provoquer une perte de contrôle du véhicule, voire un tonneau. Dorénavant, seuls des Michelin seront montés, a précisé le constructeur. Ph. EPA. (AFP.)

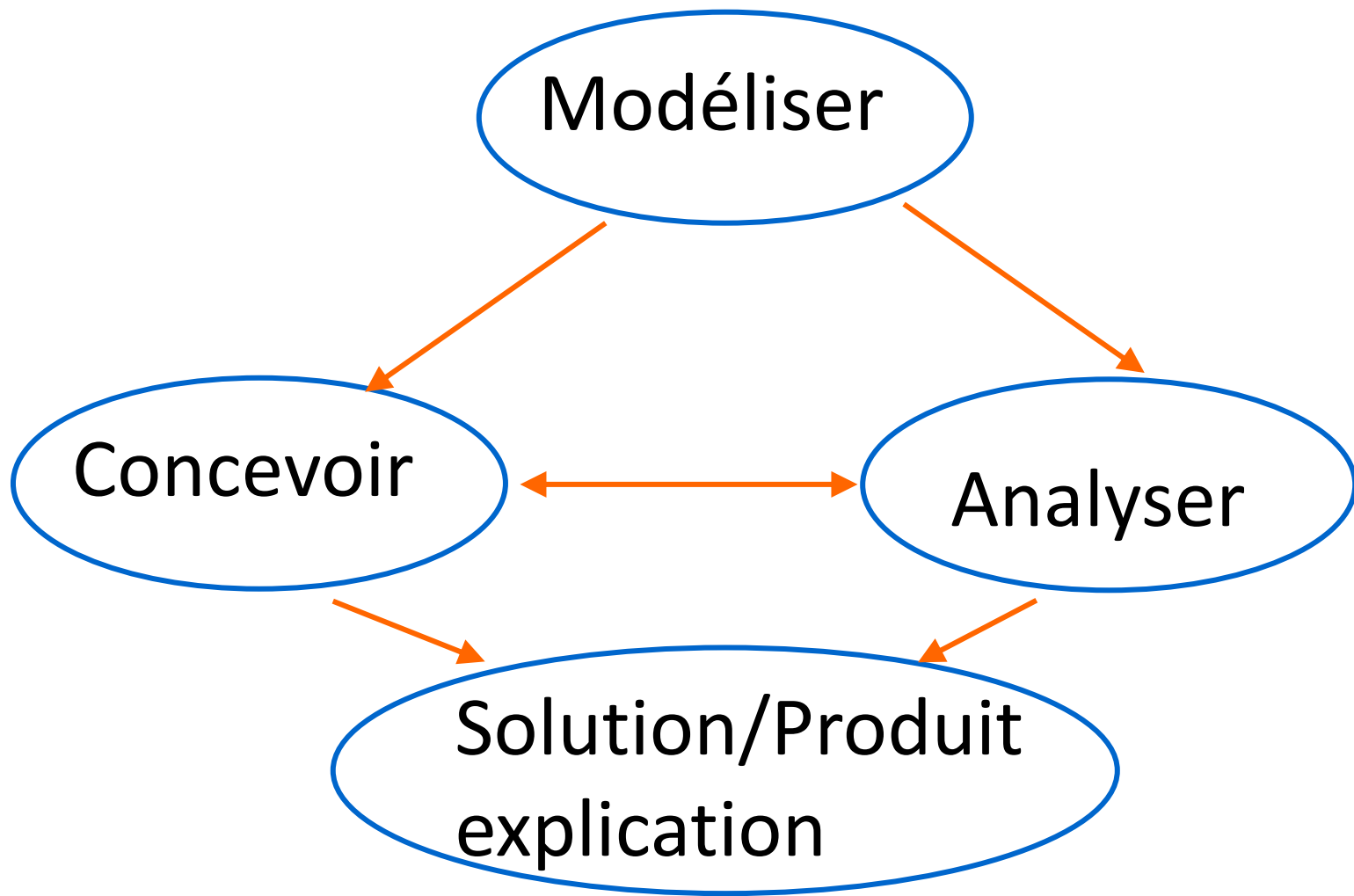
Control of robot teams



Lenseless endoscopy



Les mathématiques appliquées,
c'est donc le
développement et l'application
de méthodes mathématiques
dans des domaines très variés !



dans des domaines variés
avec des outils mathématiques avancés
et transversaux!

La formation en mathématiques appliquées à l'**UCL**

Filière Mathématiques Appliquées (MAP)

BAC1	Tronc commun ingénieur EPL		
BAC2	Fil. 1 10	Tronc commun ingénieur EPL	Fil. 2 10
BAC3	Filière 1 20	TC 20	Filière 2 20
M1	Cours obligatoires 30	9 options + contacts professionnels (stage, projet, séminaire,...) + autres cours 60	
M2	Mémoire + intégration pro 30		

Filière MAP

- LINMA1315 Complément d'analyse
- LINMA1702 Modèles et méthodes d'optimisation
- LINMA1170 Analyse numérique
- LINMA1691 Mathématiques discrètes I: Théorie et algorithmique des graphes
- LINMA1510 Linear Control
- LINMA1731 Stochastic Processes: Estimation and Prediction

Master MAP

M1	Cours obligatoires MAP 30 crédits <i>(compléments dans les disciplines fondamentales)</i>	Cours des options 1 à 3: 20 crédits Contacts professionnels (stage, projet, séminaire, etc.): 3 crédits
M2	Mémoire MAP 25 (Travail d'intégration pro. 2) 27 crédits	Cours au choix: 40 crédits (parmi les 9 options, ou autres cours moyennant approbation)
Ainsi que : cours de langues, tutorat, BEST/ATHENS + <i>atelier de communication</i>		

Six cours obligatoires

- LINMA 2171: Numerical analysis: approximation...
- LINMA 2370: Modelling and analysis of dyn. Sys
- LINMA 2380: Matrix Computing
- LINMA 2470: Stochastic Modelling
- LINMA 2471: Optimization models and methods II
- LINMA 2710: Scientific computing

5 credits each → 30 credits

Options du Master MAP

Disciplines fondamentales (20 crédits)	1. Optimization and operations research engineering 2. Systems and control engineering 3. Computational data engineering and machine learning
Domaines d'application	4. Artificial Intelligence and its applications 5. Financial mathematics 6. Cryptography & information security (ELEC/INFO) 7. Biomedical engineering
Economie et gestion	8. Business risks and opportunities 9. Launching of small and medium-sized companies (CPME)

Modules complémentaires du Master MAP

- **Module en mathématiques financières**

Accès direct au 2nd bloc annuel* du Master en sciences actuarielles.

- **Module en biostatistique et technométrie**

Accès direct au 2nd bloc annuel* du Master en statistique, orientation biostatistique.

- **Module en statistique générale et mathématique**

Accès direct au 2nd bloc annuel* du Master en statistique, orientation générale.

Echanges récents en MAP

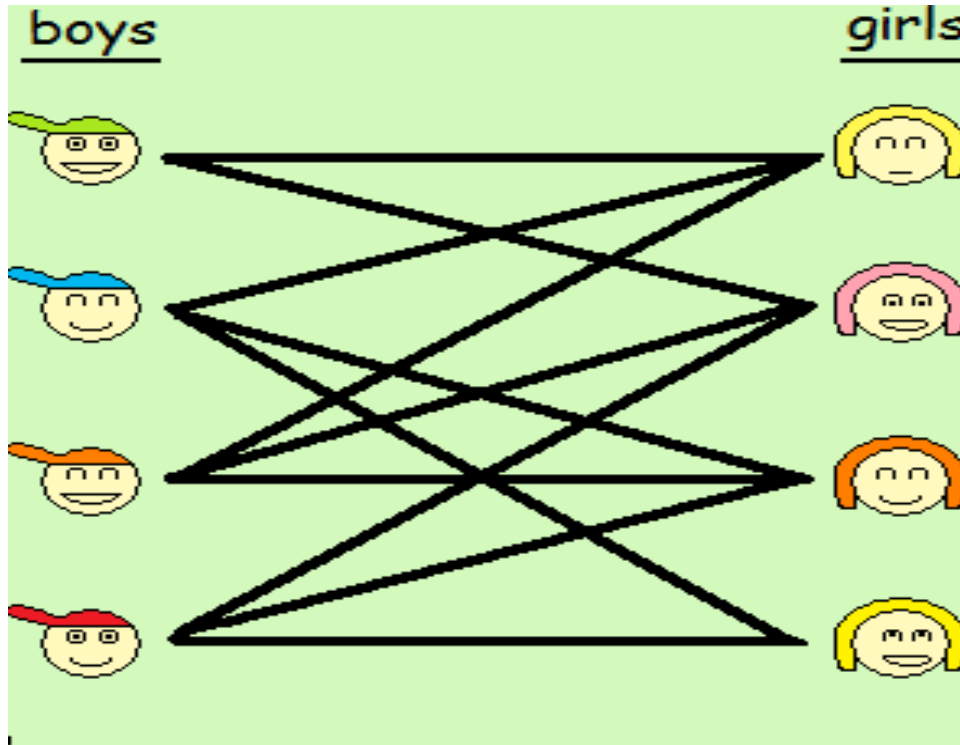
- Echanges ERASMUS/SOCRATES (Europe) : KTH Stockholm, Trondheim, UPC Barcelona, TU Delft, KU Leuven,...
- Echanges MERCATOR (USA, Amérique latine, Asie) : Ecole Polytechnique de Montréal, Valparaíso University (Chili)
- **Dual masters** (1 an UCL + 1 an ailleurs) en mathématiques appliquées
 - KTH Stockholm (MAP only)
 - KU Leuven : *Wiskundige Ingenieurstechnieken*
- Autres doubles diplômes (en 6 ans)
 - TIME (*Ecole centrale Paris, Politecnico di Torino, etc.*)
 - *Ecole Polytechnique de Montréal*

Mathématiques discrètes

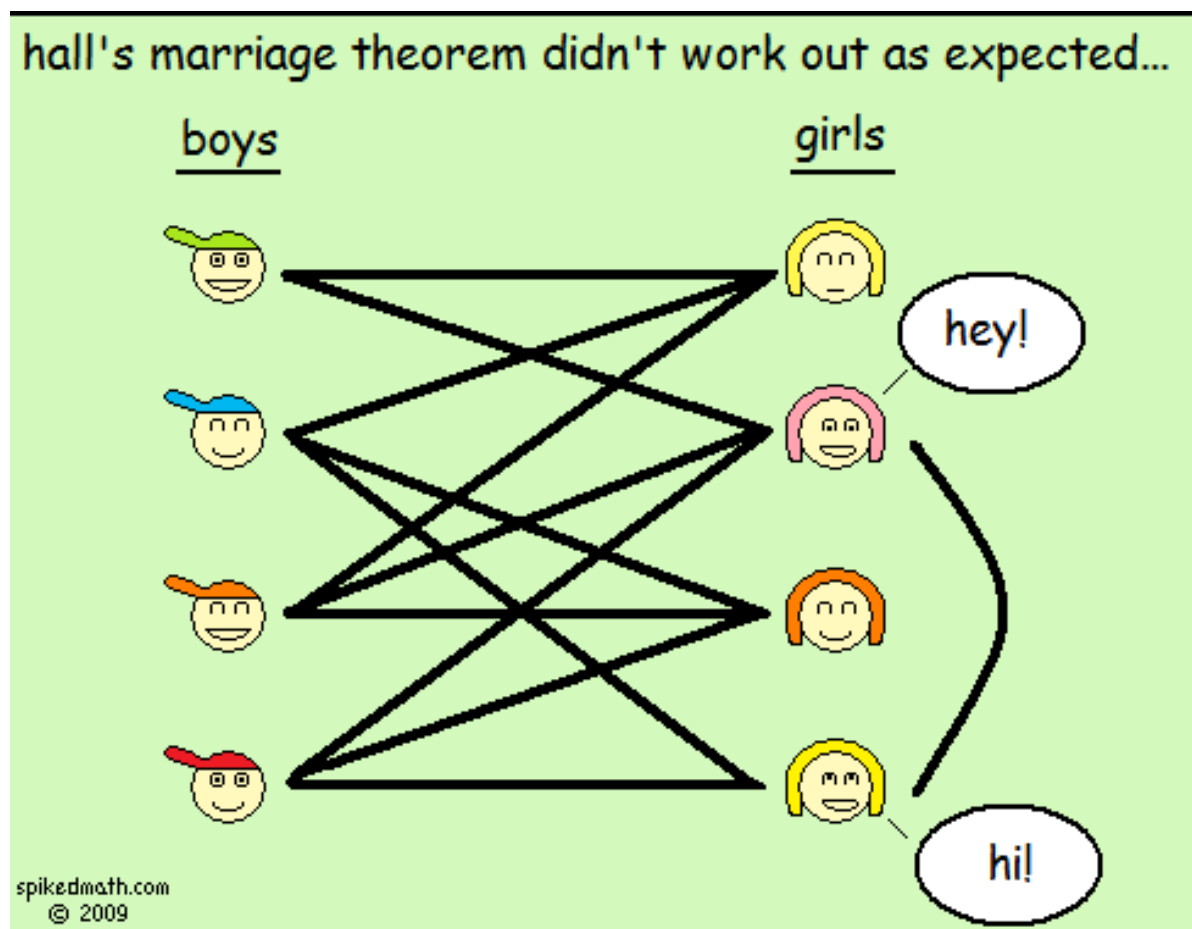
Combien de couleurs pour colorier une carte?



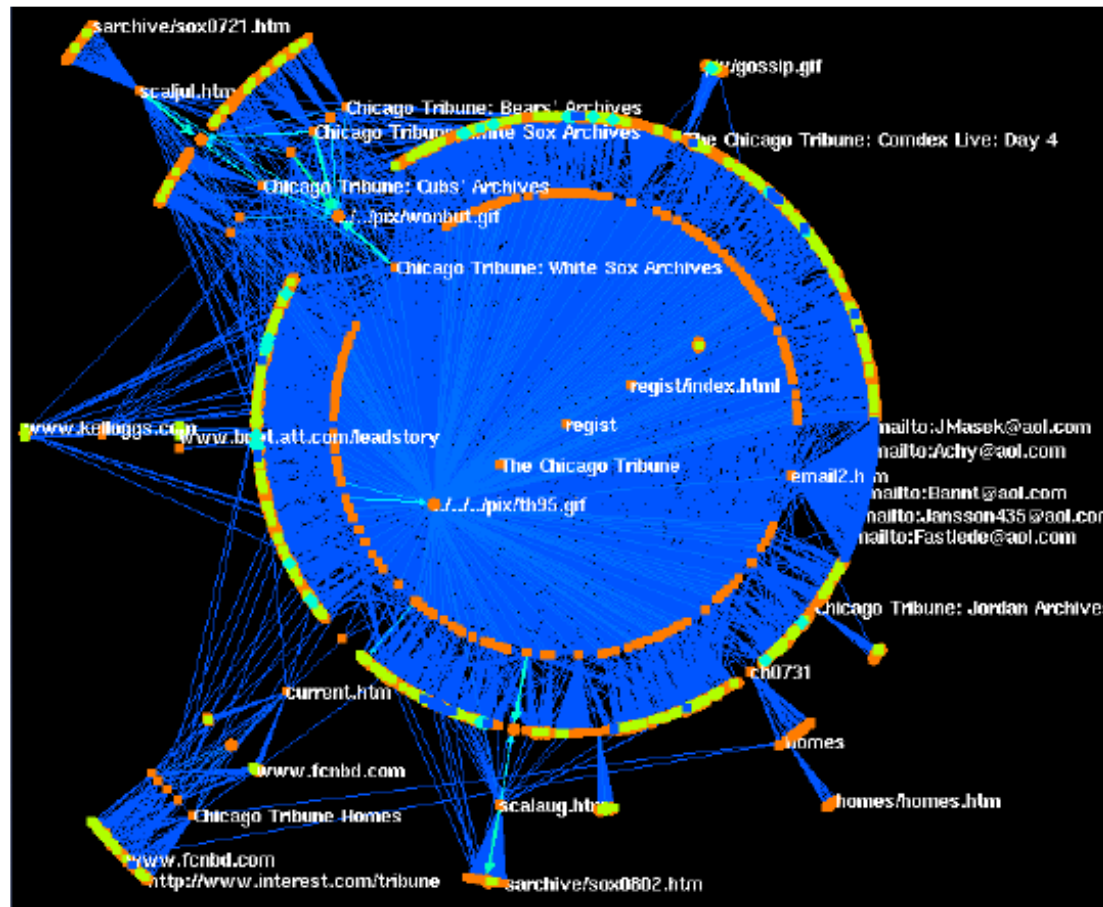
Le théorème du mariage: former des couples heureux



Graphes non bipartis



WWW: un *très* grand graphe

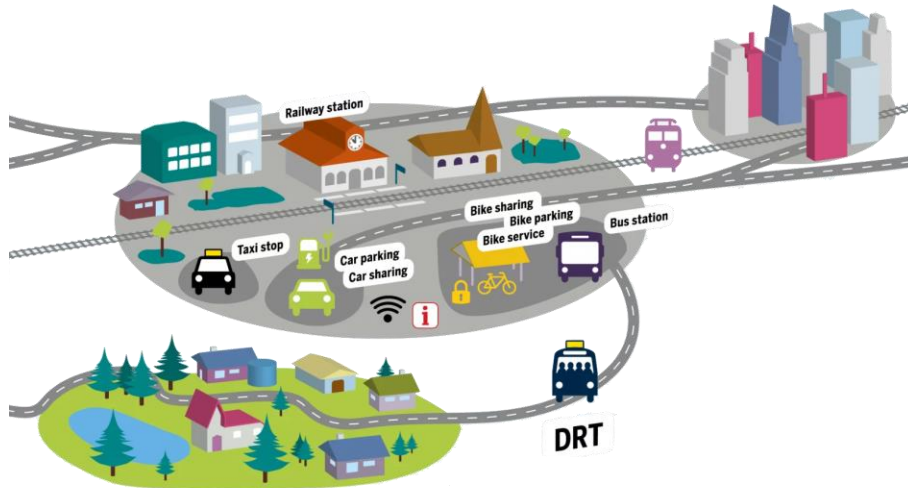


Cours de maths discrètes

- LINMA 1691 (bac Q5) – Théorie des graphes, VB+JCD
 - LINMA 2472 – Algorithms and Data Science, JCD+BL
 - LINMA 2450 – Combinatorial Optimisation, JH+GG
 - LINMA 2111 – Algorithms and Complexity, JCD
 - LINMA2345 – Game theory, RJ
 - LMAT2460 – Structures combinatoires, JCD+RJ
- etc.

Systemes dynamiques

Multi-modal transportation



Opportunities:

- Coordinate different modes
- ...

Water networks

Rain, soil moisture and water quality sensors measure real-time conditions of green and gray infrastructure

Smart ponds adapt to changing weather by managing storage and detention time

Smart covers measure underground flows and water quality

Multiple smart valves coordinate flows to achieve system-level benefits

Opportunities:

- Reduce water waste
- ...

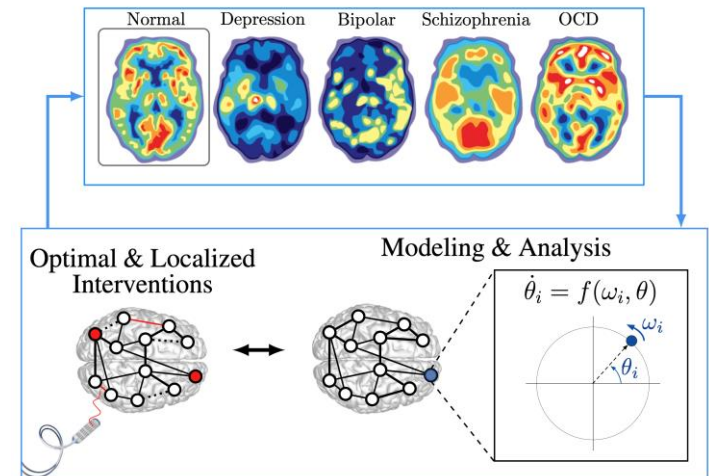
Healthcare



Opportunities:

- Actuation of: insuline, anesthesia, cardiac pumps, ...
- ...

Neuroscience



Opportunities:

- Rehabilitation
- Predict diseases
- ...

Robotics

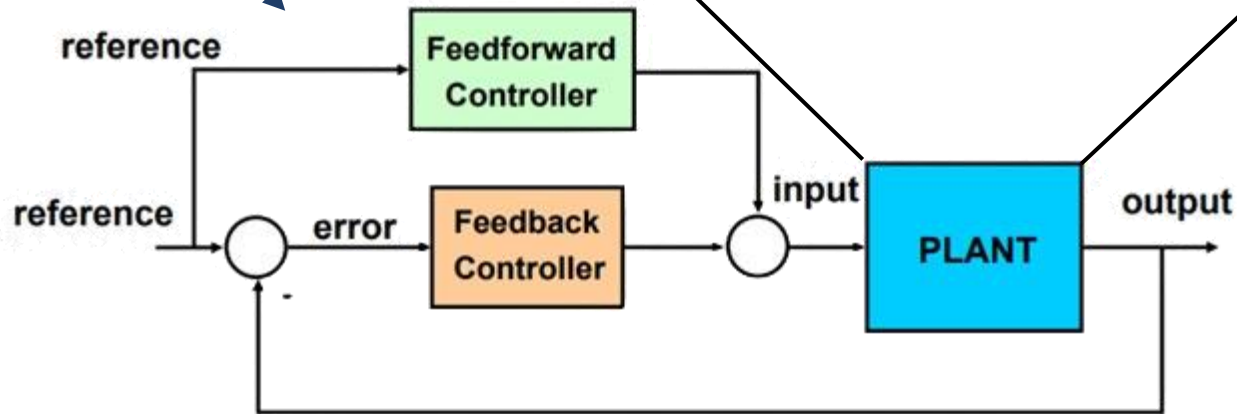
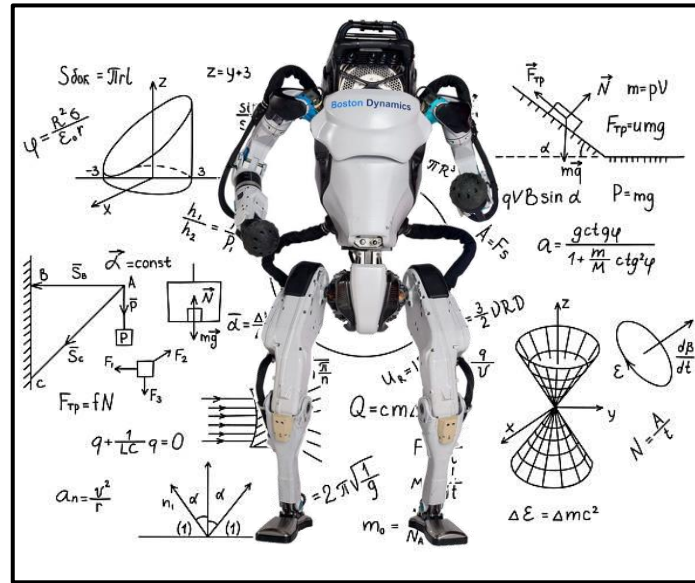


Challenges:

- More complex, cyber+physical,
....

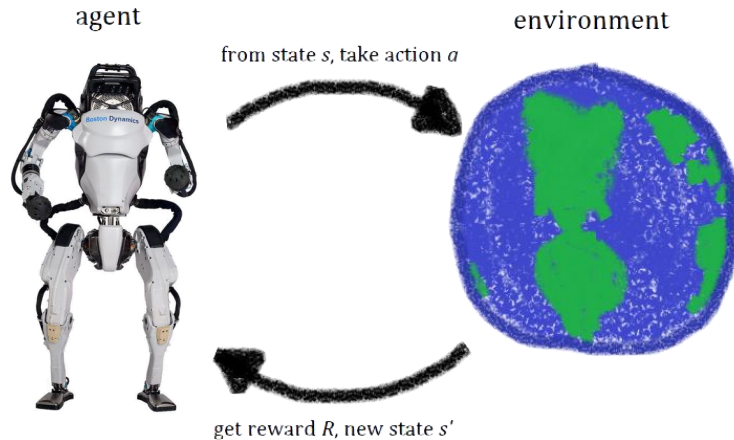
Traditional control

- LINMA1510 Linear Control
- LINMA2370 Modelling and analysis of dynamical systems
- LINMA2671 Advanced control and applications
- ...



Systems have become too complex -> models are no longer feasible

Reinforcement learning

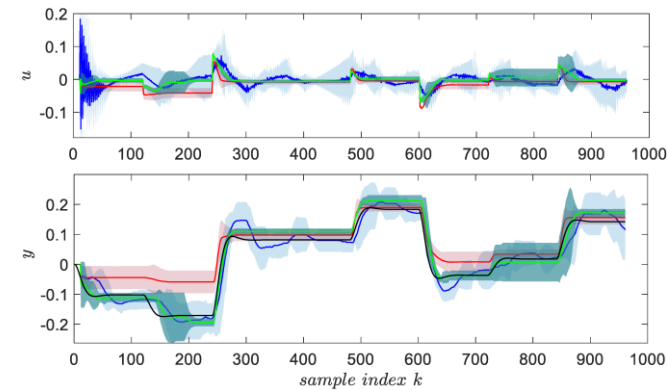


LINMA2725 Stochastic optimal control and Reinforcement Learning

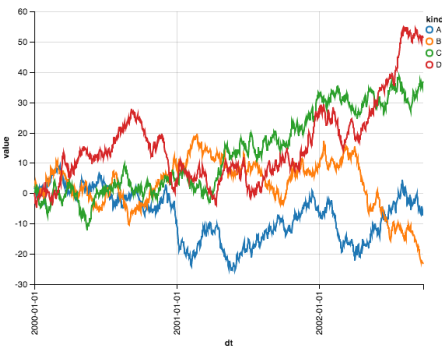
Stochastic systems



=



Data-driven control



Robot dog learning to walk



Source: <https://www.youtube.com/watch?v=xAXvfVTgqr0>

MAP courses focus on rigorous analysis and understanding:

3.2.1 Value iteration

Given an initial approximation V^0 for V^* appearing in (3.5), a sequence of approximations is defined recursively via

$$V^{n+1}(x) = \min_u \{c(x, u) + V^n(F(x, u))\}, \quad x \in X, \quad n \geq 0 \quad (3.8)$$

Recursions like this to solve fixed point equations are generally known as *successive approximation*. In Exercise 3.5 you will establish the following interpretation:

$$V^{n+1}(x) = \min_{u_{[0,n]}} \left\{ \sum_{k=0}^n c(x(k), u(k)) + V^0(x(n+1)) \right\}, \quad x(0) = x \in X. \quad (3.9)$$

The VIA is convergent under very general conditions: for each x

$$\lim_{n \rightarrow \infty} [V^n(x) - V^n(x^e)] = J^*(x)$$

Here is the simplest result of this kind:

Proposition 3.2. *Consider the VIA under the following assumptions:*

- (i) *The state space X and input space U are finite.*
- (ii) *The cost function c is non-negative, vanishes only at (x^e, u^e) , and J^* is finite valued.*
- (iii) *The initialization V^0 is chosen with non-negative entries, and $V^0(x^e) = 0$.*

Then, there is $n_0 \geq 1$ such that

$$V^n(x) = J^*(x), \quad x \in X, \quad n \geq n_0$$

Proof. Let ϕ^* be an optimal policy, and let $n_0 \geq 1$ denote a value such that $(x^*(k), u^*(k)) = (x^e, u^e)$ for $k \geq n_0$. Such an integer exists because J^* is finite valued.

We have from (3.9)

Travaux de fin d'études (= TFE = mémoire)

Quelques exemples

(source: Moodle MAP)

- Brion, Elliott : "***Extracting patterns of deformations in patients treated for prostate cancer by protontherapy***", Promoteur : Macq, Benoît
- Chen, Xing. "***Design and Control of a Bipedal Robot***". Promoteur: Jungers, Raphael.
- Laterre, Alexandre : "***Distributed Algorithm for Optimal Power Flow on Multiphase Distribution Networks***", Promoteurs : Papavasiliou, Anthony & de Maere d'Aertrycke, Gauthier (ENGIE)
- Mosseray, Louis-Charles (mémoire CPME) : "***Projet de création d'une entreprise visant à rentabiliser l'opportunité créée par une rupture technologique dans le domaine du diagnostic de la tuberculose***", Promoteur : Delvenne, Jean-Charles (Carlos Desmet, Yves De Cordt)
- Rahir, Rémi : "***Statistical methods for exoplanet detection***", Promoteurs : Absil, Pierre-Antoine & Jacques, Laurent
- Schiltz, Félicien (MAP) - Gérardy, Julien (ELME) : "***Suivi d'une cible mobile par des drones autonomes***", Promoteur : Hendrickx, Julien

Travaux de fin d'études (= TFE = mémoire)

Quelques exemples

(source: Moodle MAP)

- Sedda, Mélanie : ***"Etude des patterns de consommation dans les sites de la RTBF et premières modélisations d'un algorithme de recommandation"***, Promoteur : Delvenne, Jean-Charles
- Plumacher Marc: ***"Modeling of a binomial decision tree for real options"***
Promoteurs: Hendrickx Julien & Devolder, Pierre
- Muguerza Bengoechea Gauthier: ***"Stochastic Gradient Methods for Matrix Completion"***, Promoteur: Absil, Pierre-Antoine
- Bouchat Jean: ***"Reinforcement learning for the optimal control of hybrid systems"***, promoteur: Jungers, Raphaël M
- Di Giovanni Julien: ***"Diffusion and epidemics on networks"***, Promoteur: Delvenne, Jean-Charles
- Berthe, Jonathan : ***"Initialisation réaliste de la composante dynamique d'un modèle de glace de mer à partir d'observations satellitaires de la banquise arctique"***, Promoteurs : Legat, Vincent & Fichet, Thierry
- De Poorter Alexia and Hartman Marie: ***« Automated estimation of performance of optimization methods »*** Promoteurs: Glineur Francois et Hendrickx, Julien

Métiers et débouchés

Quelques entreprises ayant récemment engagé nos diplômés

- **Énergie**

Electrabel, GDF-Suez, Tractebel Engineering

- **Finances & assurances**

BNP Paribas Fortis, Aon Global Risk Consulting, ING, Mercer, Secura-re, Reacfin, régulateurs

- **Consultance**

Deloitte Consulting, PriceWaterhouseCoopers, McKinsey, Bain & Company

- **Industrie aéronautique et spatiale :**

CENAERO

- **Startups:** Cowboy, Riaktr

- **Industrie de production**

Procter & Gamble, Solvay S.A., GSK

- **Industrie pharmaceutique**

Baxter, Merck

- **Informatique**

Altran, Sopra, Amadeus, Axen, Mainsys, SIM Corp., Google

- **Transports** Stratec

- **Consultance technologique**

N-Side, ARHS Developments, OM Partners, Capgemini, Eura Nova, HERMES Engineering

Gilles Scouvar

Pour plus d'informations

- N'hésitez pas à nous contacter
- De nombreuses informations sont disponibles à partir du site intranet de la commission de programme MAP:

<https://intranet.uclouvain.be/fr/myucl/facultes/epl/map>

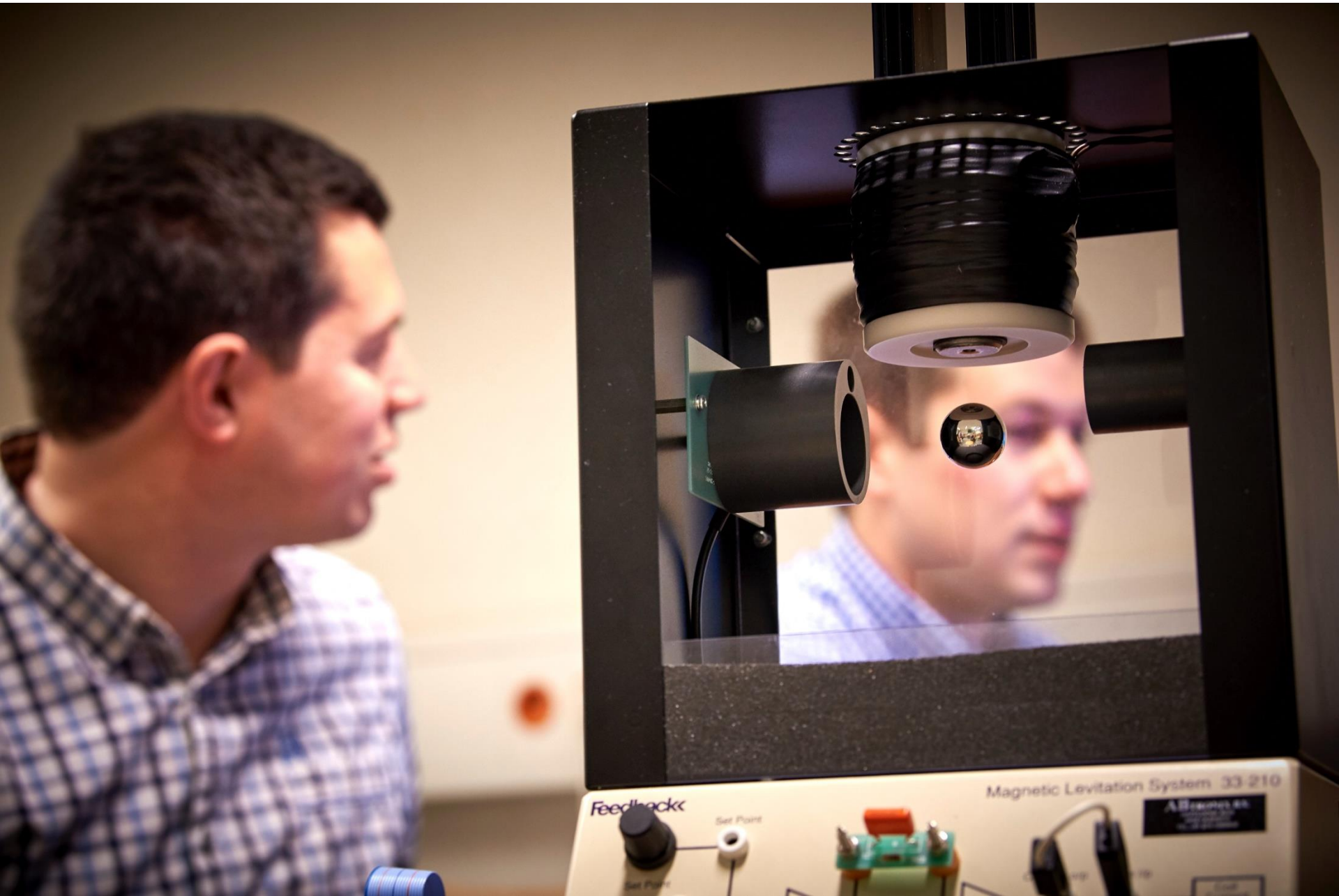
+ Moodle MAP



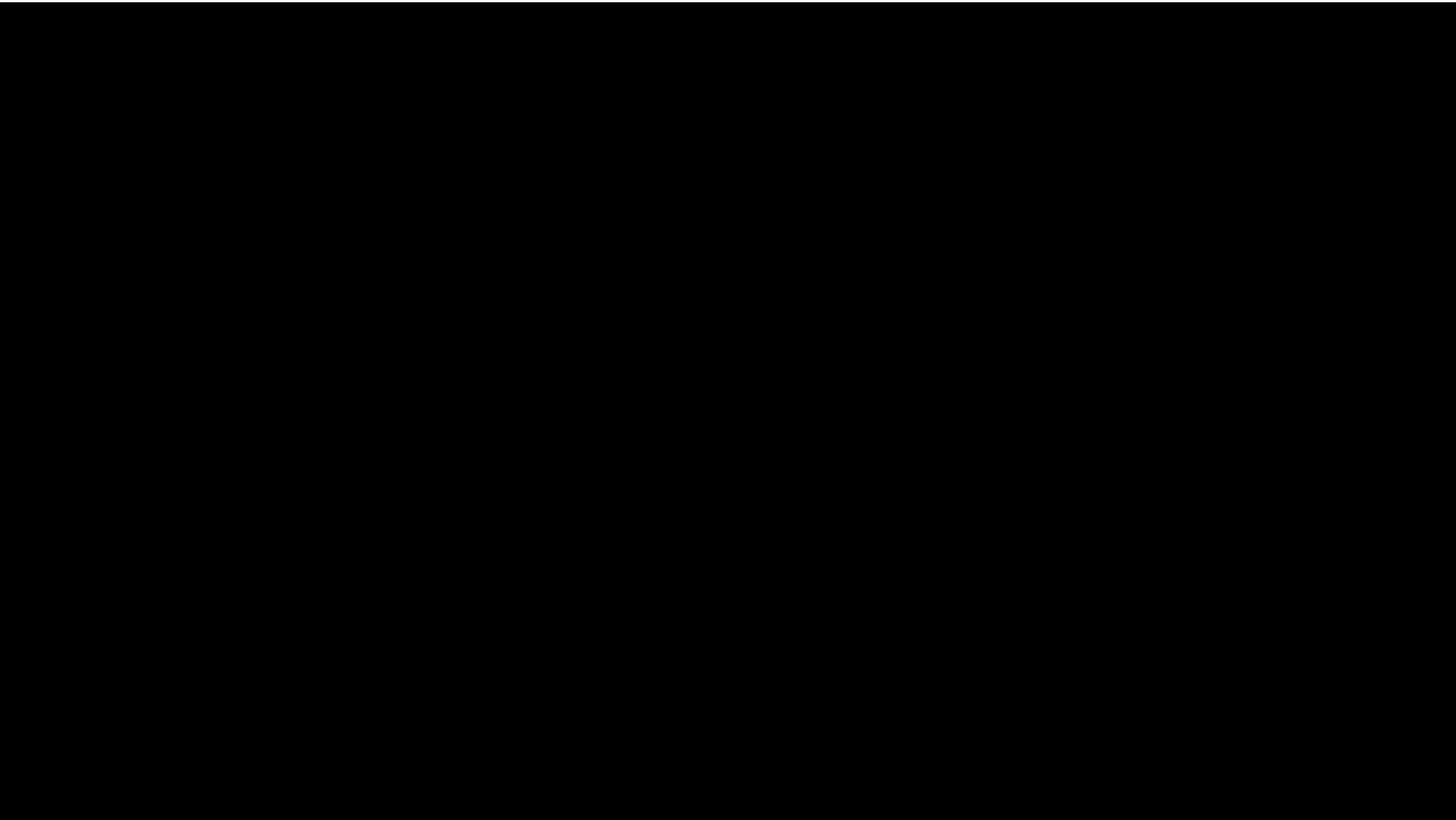
Questions?

Suite: « visite virtuelle » des
laboratoires d'automatique

Lévitation magnétique



Double Pendule inversé







Rijke tube experiment

Tube:

Borosilicate glass
 $L = 1500$ mm
inside diam. = 73 mm
both ends open



Heater:

3 coils of 1m
NiChrome wire

Drones

https://www.youtube.com/channel/UCeedj_VKthQ309xcg6H1ujA