

PAROLES de Chercheuses et Chercheurs

Édition 2020-2021

Chercheuses et chercheurs
s'invitent dans les lycées pour
faire découvrir leurs métiers

Plus d'informations sur :

www.iledefrance.fr/paroles-chercheuses-chercheurs



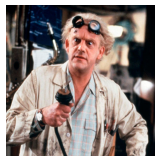
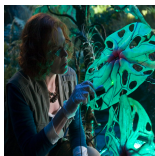
Partie I. Qu'est qu'un chercheur? Qu'est ce que la recherche?

David Gontier

Mardi 7 décembre, Lycée Condorcet

Chercheuses, chercheurs, qui êtes-vous ?

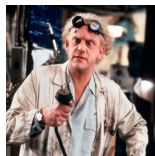
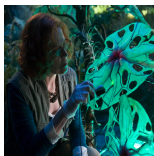
Au cinéma



Reconnaissez-vous ces personnages ?

Chercheuses, chercheurs, qui êtes-vous ?

Au cinéma



Reconnaissez-vous ces personnages ?

Dans la réalité



Connaissez-vous des chercheuses et des chercheurs connu-e-s ? (vivant-e-s ou mort-e-s) ?

Où fait-on de la recherche ?

Recherche publique

- Université
- Centres de recherche (CNRS, CEA, INRIA, INRA, ISS, Musées, ...)
- Hôpitaux
- Sur le terrain (archéologie, histoire naturelle, ethnologie, ...)

Recherche privée («R&D : *recherche et développement*»)

- Industrie pharmaceutique (recherche de nouveaux médicaments)
- Industrie énergétique (amélioration des centrales électriques, amélioration des cellules photo-électriques, ...)
- Industrie numérique (création de logiciels, cryptographie, ...)
- Industrie du luxe (création de parfums, ergonomie, ...)

Où fait-on de la recherche ?

Recherche publique

- Université
- Centres de recherche (CNRS, CEA, INRIA, INRA, ISS, Musées, ...)
- Hôpitaux
- Sur le terrain (archéologie, histoire naturelle, ethnologie, ...)

Recherche privée («R&D : recherche et développement»)

- Industrie pharmaceutique (recherche de nouveaux médicaments)
- Industrie énergétique (amélioration des centrales électriques, amélioration des cellules photo-électriques, ...)
- Industrie numérique (création de logiciels, cryptographie, ...)
- Industrie du luxe (création de parfums, ergonomie, ...)

Connaissez-vous des grandes découvertes récentes ?



1. Qui suis-je ?

(portrait d'un chercheur en Mathématique)

Qui suis-je ?

J'ai 33 ans.

Je suis **enseignant-chercheur (Maître de conférences)** en **Mathématiques**

Je travaille à l'**Université** Paris-Dauphine.



Quel est mon parcours ?

(Comment devient-on chercheuse ou chercheur ?)

- Lycée → Bac.
- Classes préparatoires («*Math-sup / Math-spé*»), **(2 ans)**
- Grande École («*École Normale Supérieure*»), **(4 ans)**
 - Plusieurs stages de recherche (**6 mois** en Californie, **2 mois** à Grenoble, **6 mois** à Lausanne)
 - **Licence (3 ans)** (pour les étudiants qui ont fait une grande école, 1 an)
 - **Master (2 ans)**
- **Doctorat / Thèse** à l'École des Ponts (**3 ans**).
 - ⇒ **Soutenance de thèse** devant un jury de spécialistes.
- **Post-doctorat** à l'ETH Zürich en Suisse (**1 an**).
- **Enseignant-chercheur** à l'Université Paris-Dauphine.

Qui suis-je ?

J'ai 33 ans.

Je suis **enseignant-chercheur (Maître de conférences)** en **Mathématiques**

Je travaille à l'**Université** Paris-Dauphine.



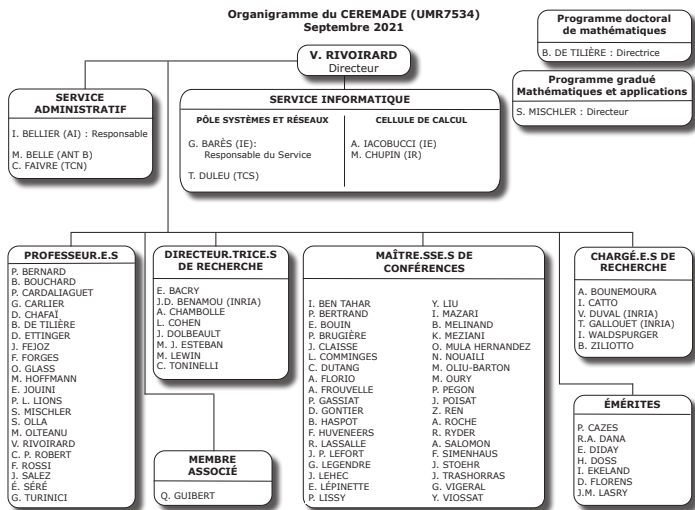
Quel est mon parcours ? (Comment devient-on chercheuse ou chercheur ?)

- Lycée → Bac.
- Classes préparatoires («*Math-sup / Math-spé*»), (**2 ans**)
- Grande École («*École Normale Supérieure*»), (**4 ans**)
 - Plusieurs stages de recherche (**6 mois** en Californie, **2 mois** à Grenoble, **6 mois** à Lausanne)
 - **Licence (3 ans)** (pour les étudiants qui ont fait une grande école, 1 an)
 - **Master (2 ans)**
- **Doctorat / Thèse** à l'École des Ponts (**3 ans**).
 - ⇒ **Soutenance de thèse** devant un jury de spécialistes.
- **Post-doctorat** à l'ETH Zürich en Suisse (**1 an**).
- **Enseignant-chercheur** à l'Université Paris-Dauphine.

À retenir !

Le parcours **LMD** (= Bac +8) est (quasi) obligatoire pour être chercheur.

Mon laboratoire de recherche



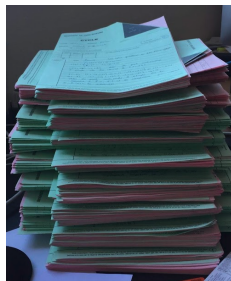
+ 60 étudiant·e·s en thèse et/ou post-doctorant·e·s.

Qu'est-ce que je fais de mes journées ?

«Enseignant-chercheur»

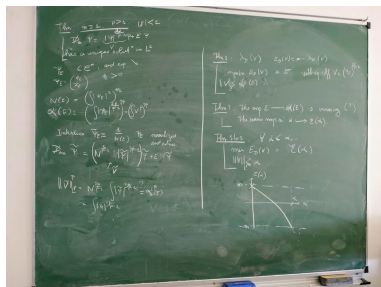
Enseignement (50%)

- Cours (de mathématiques) à l'université ;
- Préparation de cours (rédaction de photocopiés) ;
- (Correction de copies 😞).



Recherche (50%)

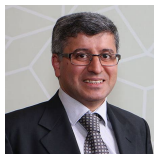
- Recherche (des théorèmes) 🧐 ;
- Diffusion de la recherche ;
- Direction de recherche ;
- Vérification de la recherche d'autrui, ...



Les personnes avec qui je travaille

- Mes étudiants en thèse ;
- D'autres chercheuses et chercheurs de Dauphine ;
- D'autres chercheuses et chercheurs du **monde entier**
(France, Italie, Angleterre, Allemagne, Autriche, Suisse, Danemark, États-Unis, Chili, Maroc,...).

Quelques collègues du monde entier avec qui je travaille



Les personnes avec qui je travaille

- Mes étudiants en thèse ;
- D'autres chercheuses et chercheurs de Dauphine ;
- D'autres chercheuses et chercheurs du **monde entier**
(France, Italie, Angleterre, Allemagne, Autriche, Suisse, Danemark, États-Unis, Chili, Maroc,...).

Quelques collègues du monde entier avec qui je travaille

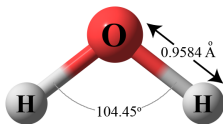


À retenir !

La recherche est **mondiale** et **collaborative** !

Quels sont mes sujets de recherche ?

Titre de ma thèse : *Contributions mathématiques aux calculs de structures électroniques.*

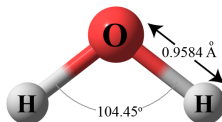


(molécule d'eau)

Comment connaît-on ces valeurs ?

Quels sont mes sujets de recherche ?

Titre de ma thèse : *Contributions mathématiques aux calculs de structures électroniques.*



(molécule d'eau)

Comment connaît-on ces valeurs ?

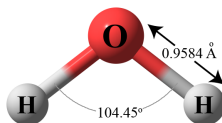


Il n'est pas possible de «mesurer» ces valeurs avec un microscope (c'est trop petit!)



Quels sont mes sujets de recherche ?

Titre de ma thèse : *Contributions mathématiques aux calculs de structures électroniques.*



(molécule d'eau)

Comment connaît-on ces valeurs ?



Il n'est pas possible de «mesurer» ces valeurs avec un microscope (c'est trop petit!)



Solution :

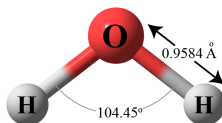
- Écrire un *modèle* mathématique,
- Résoudre mathématiquement (ou numériquement) le problème.

J'essaie de comprendre comment calculer (avec un ordinateur) la forme des molécules

À votre avis, quelles peuvent-être les applications dans ce domaine ?

Quels sont mes sujets de recherche ?

Titre de ma thèse : *Contributions mathématiques aux calculs de structures électroniques.*



(molécule d'eau)

Comment connaît-on ces valeurs ?

⚠ Il n'est pas possible de «mesurer» ces valeurs avec un microscope (c'est trop petit!) ⚠

Solution :

- Écrire un *modèle* mathématique,
- Résoudre mathématiquement (ou numériquement) le problème.

J'essaie de comprendre comment calculer (avec un ordinateur) la forme des molécules

À votre avis, quelles peuvent-être les applications dans ce domaine ?

À retenir !

La recherche n'est pas toujours appliquée !
La plupart du temps, il s'agit juste de **comprendre** des phénomènes.



2. Les étapes de la recherche

Comment passe-t-on d'une question à un résultat ?

Étape 1. Trouver une (bonne) question

«Vous me demandez si j'ai un cahier pour noter mes idées. Je n'ai jamais eu qu'une seule idée.»

(Einstein)

Faire le point sur ce qui est déjà connu

- Faire de la bibliographie (lire des articles)
- Aller à des conférences de recherche
- Parler avec d'autres chercheurs-euses
- Re-faire de la bibliographie



Identifier ce qu'on ne sait pas encore

- Inviter d'autres chercheurs-euses
- Discuter en **pause café**
- Identifier des grandes questions
- Imaginer comment les aborder



Étape 1. Trouver une (bonne) question

«Vous me demandez si j'ai un cahier pour noter mes idées. Je n'ai jamais eu qu'une seule idée.»

(Einstein)

Faire le point sur ce qui est déjà connu

- Faire de la bibliographie (lire des articles)
- Aller à des conférences de recherche
- Parler avec d'autres chercheurs-euses
- Re-faire de la bibliographie



Identifier ce qu'on ne sait pas encore

- Inviter d'autres chercheurs-euses
- Discuter en **pause café**
- Identifier des grandes questions
- Imaginer comment les aborder



Ça y est, on a trouvé une (bonne ?) question !

Exemples :

- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité) ?*
- *Est-ce que le jus d'orange guérit le cancer ?*
- *Que mangent les ours polaires ?*

Étape 2. Trouver la (bonne ?) réponse

À votre avis, pour répondre aux questions précédentes, de quoi ai-je besoin ?

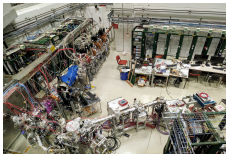
- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité) ?*

Étape 2. Trouver la (bonne ?) réponse

À votre avis, pour répondre aux questions précédentes, de quoi ai-je besoin ?

- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité)?*

- Des machines pour «créer» de l'antimatière
- Des instruments de mesure très précis (lasers)
- Faire des millions de fois l'expérience
- Des ordinateurs pour traiter les résultats



Étape 2. Trouver la (bonne ?) réponse

À votre avis, pour répondre aux questions précédentes, de quoi ai-je besoin ?

- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité) ?*



- Des machines pour «créer» de l'antimatière
- Des instruments de mesure très précis (lasers)
- Faire des millions de fois l'expérience
- Des ordinateurs pour traiter les résultats

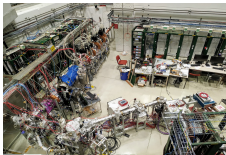
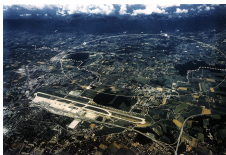
- *Est-ce que le jus d'orange guérit le cancer ?*

Étape 2. Trouver la (bonne ?) réponse

À votre avis, pour répondre aux questions précédentes, de quoi ai-je besoin ?

- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité) ?*

- Des machines pour «créer» de l'antimatière
- Des instruments de mesure très précis (lasers)
- Faire des millions de fois l'expérience
- Des ordinateurs pour traiter les résultats



- *Est-ce que le jus d'orange guérit le cancer ?*

- Des cobayes (humains ou souris), ou des cellules cancéreuses
- Du jus d'orange
- Du temps, beaucoup, beaucoup de temps !



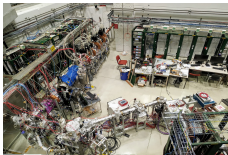
Étape 2. Trouver la (bonne ?) réponse

À votre avis, pour répondre aux questions précédentes, de quoi ai-je besoin ?

- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité) ?*



- Des machines pour «créer» de l'antimatière
- Des instruments de mesure très précis (lasers)
- Faire des millions de fois l'expérience
- Des ordinateurs pour traiter les résultats



- *Est-ce que le jus d'orange guérit le cancer ?*

- Des cobayes (humains ou souris), ou des cellules cancéreuses
- Du jus d'orange
- Du temps, beaucoup, beaucoup de temps !



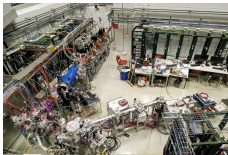
- *Que mangent les ours polaires ?*

Étape 2. Trouver la (bonne ?) réponse

À votre avis, pour répondre aux questions précédentes, de quoi ai-je besoin ?

- *Est-ce que l'antimatière attire l'antimatière (avec la gravité) ?*

- Des machines pour «créer» de l'antimatière
- Des instruments de mesure très précis (lasers)
- Faire des millions de fois l'expérience
- Des ordinateurs pour traiter les résultats



- *Est-ce que le jus d'orange guérit le cancer ?*

- Des cobayes (humains ou souris), ou des cellules cancéreuses
- Du jus d'orange
- Du temps, beaucoup, beaucoup de temps !



- *Que mangent les ours polaires ?*

- Un billet d'avion (ou de bateau)
- Une paire de jumelle

Étape 3. Écrire un article scientifique

- *Peut-on mesurer la pluviométrie à partir d'appareils «simples» ?*

Sampling based on timing: Time encoding machines on shift-invariant subspaces

David Gontier^a, Martin Vetterli^b

^aDepartment of Mathematics, École Normale Supérieure (ENS)
45 rue d'Ulm, 75005 Paris, France

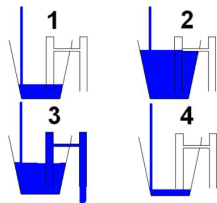
^bSchool of Computer and Communications Sciences, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
CH-1015 Lausanne, Switzerland

Abstract

Sampling information using timing is a new approach in sampling theory. The question is how to map amplitude information into the timing domain. One such encoder, called time encoding machine, was introduced by Lazar and Tóth in [18] for the special case of band-limited functions. In this paper, we extend their result to the general framework of shift-invariant subspaces. We prove that time encoding machines may be considered as non-uniform sampling devices, where time locations are unknown *a priori*. Using this fact, we show that perfect representation and reconstruction of a signal with a time encoding machine is possible whenever this device satisfies some density property. We prove that this method is robust under timing quantization, and therefore can lead to the design of simple and energy efficient sampling devices.

Keywords:

Time encoding machine, Integrate-and-fire, Shift-invariant subspaces, Quantization, Reproducing kernels, Non-uniform sampling, Signal representation



À retenir!

Les articles scientifiques sont rédigés quasi-exclusivement en **anglais**.

Étape 4. Envoyer son article à un journal scientifique

Connaissez-vous des journaux scientifiques ?

Étape 4. Envoyer son article à un journal scientifique

Connaissez-vous des journaux scientifiques ?

On propose notre article à un journal adéquat (ici, *Applied and Computational Harmonic Analysis*)

Dear editorial board of Applied and Computational Harmonic Analysis:

Please find enclosed the manuscript: *Sampling based on timing: Time encoding machines on shift-invariant subspaces*, by David Gontier and Martin Vetterli. These authors have seen and agree with the content of the manuscript and there is no financial interest to report. We certify that the submission is original work and is not under review at any other publication.

L'éditeur va demander à des spécialistes anonymes de vérifier l'article

- Rapport #1 : « *This paper is not well written, [...]* »
- Rapport #2 : « *This paper is an excellent article. It is well written, [...]* »

Étape 4. Envoyer son article à un journal scientifique

Connaissez-vous des journaux scientifiques ?

On propose notre article à un journal adéquat (ici, *Applied and Computational Harmonic Analysis*)

Dear editorial board of Applied and Computational Harmonic Analysis:

Please find enclosed the manuscript: *Sampling based on timing: Time encoding machines on shift-invariant subspaces*, by David Gontier and Martin Vetterli. These authors have seen and agree with the content of the manuscript and there is no financial interest to report. We certify that the submission is original work and is not under review at any other publication.

L'éditeur va demander à des spécialistes anonymes de vérifier l'article

- Rapport #1 : « *This paper is not well written, [...]* »
- Rapport #2 : « *This paper is an excellent article. It is well written, [...]* »

On renvoie une version corrigée, qui sera relue par d'autres (ou les mêmes) spécialistes anonymes

Dear editorial board of Applied and Computational Harmonic Analysis:

Following our initial submission (August 11th 2011), and the reviewers comments (February 2nd 2012), we hereby resubmit a revised and improved version of the manuscript: *Sampling based on timing: Time encoding machines on shift-invariant subspaces*, by David Gontier and Martin Vetterli.

On recommence, jusqu'à ce que l'article soit accepté, ou rejeté.

À retenir !

Seuls les journaux scientifiques **à comité de lecture** ont une vraie valeur scientifique.

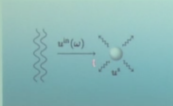
Étape 5. Diffuser son résultat à la communauté scientifique

- Présenter son article dans des **conférences spécialisées**,
- Débattre avec d'autres spécialistes du même domaine,
- Parfois, écrire des articles de vulgarisation autour du résultat.



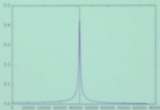
We want to understand the propagation of sound in bubbly water.

Experiment



Results

The function $|u^s/u^d|(\omega)$:



There exists a resonant angular frequency ω_M .
Noticed for the first time by M. Minnaert (1933 - *On musical air-bubbles and the sound of running water*).

$$\omega_M = \sqrt{\frac{3\rho_0}{\rho}} \frac{v_0}{R} \quad (\text{Minnaert resonance}).$$

- ρ_0 is the density of air (inside the bubble), and ρ the density of water,
- v_0 is the speed of sound in the air.
- R is the radius of the bubble.

Example
For a bubble of radius 0.5 mm, this gives $\omega_M = 42000$ Hz (audible), and a wavelength (in water)
 $\lambda_M = 0.22$ m.

COLLÈGE DE FRANCE

David Gontier Minnaert resonance 11/36

Est-ce qu'une publication scientifique suffit pour qu'une connaissance soit établie ?

Est-ce qu'une publication scientifique suffit pour qu'une connaissance soit établie ?

NON!

À retenir !

Ce n'est pas parce qu'une chercheuse ou un chercheur dit quelque chose que c'est vrai !
Il faut un **consensus scientifique**.

Est-ce qu'une publication scientifique suffit pour qu'une connaissance soit établie ?

NON!

À retenir!



Ce n'est pas parce qu'une chercheuse ou un chercheur dit quelque chose que c'est vrai!
Il faut un **consensus scientifique**.

- Avoir des **résultats reproductibles**
- **Accumulation de publications** sur le sujet
- Parfois, synthèse d'un très grand nombre d'articles scientifiques («**méta-analyse**»).

Quelques exemples d'expériences publiées que la communauté n'a jamais réussi à reproduire

- Rocard 1963 : **radiesthésie** (Science et Vie)
- Blondlot 1903 : **les rayons N** (Nature)
- Benveniste (& Montagnier) 1988 : **La mémoire de l'eau** (Nature + Le Monde)
- Fleischmann/Pons 1989 : **fusion froide**
- Séralini 2012 : **OGM = poison** (Nouvel Obs.)
- Raoult 2020 : **Hydroxychloroquine**

À retenir!

 Attention aux **fake-news** 
Attention aux **emballements médiatiques**



3. Pourquoi fait-on de la recherche ?

1. La recherche appliquée

Connaissez-vous des applications quotidiennes qui proviennent des disciplines suivantes ?

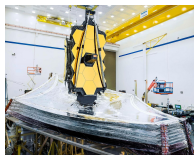
- Médecine
- Biologie
- Physique-Chimie
- Informatique
- Mathématiques

2. La recherche fondamentale

Pourquoi construit-on des machines très coûteuses pour la physique ?



l'ISS



Télescope James Webb



Virgo



Iter

Connaissez-vous une application quotidienne à la théorie de la relativité d'Einstein ?

3. Compréhension de notre société

- Histoire-géographie
- Sciences de l'antiquité, archéologie
- Sciences des religions
- Lettres, Philosophie, ...

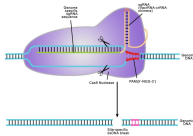
4. Compréhension de notre planète

- Histoire naturelle
- Écologie

Quelques grandes découvertes récentes



Internet (~ 1990)



Crispr-Cas-9 (~ 2012)

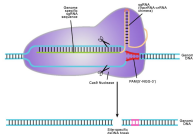


L'intelligence artificielle (~ 2016)

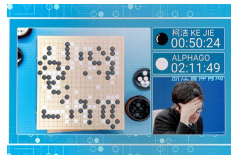
Quelques grandes découvertes récentes



Internet (~ 1990)



Crispr-Cas-9 (~ 2012)



L'intelligence artificielle (~ 2016)

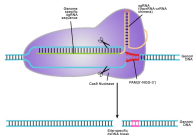
Les futures grandes découvertes de ce siècle ?

À votre avis, dans quel domaine seront les prochaines grandes découvertes ?

Quelques grandes découvertes récentes



Internet (~ 1990)



Crispr-Cas-9 (~ 2012)



L'intelligence artificielle (~ 2016)

Les futures grandes découvertes de ce siècle ?

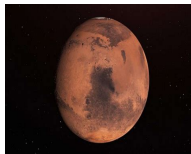
À votre avis, dans quel domaine seront les prochaines grandes découvertes ?



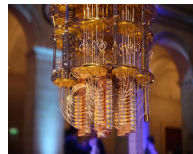
Cerveau



Énergies renouvelables



Mars



Ordinateur quantique