

# **L'épreuve de TIPE**

**Travaux d'Initiative Personnelle Encadrés**

# Qu'est-ce ?

- Choix d'une problématique (*préférentiellement interdisciplinaire*)
- Mise en œuvre d'une démarche scientifique complète :
  - Recherches préliminaires,
  - Mise en place d'un protocole expérimental/informatique pour acquérir des données
  - Retour sur expérience, approfondissement
  - Nouvelle expérience...
- Présentation des résultats devant un jury (15 mn + 15 mn de questions).

# Les coefficients

## Filière MPI

Concours	Coefficient TIPE	Coefficient maximum	Total des coefficients	Poids (%)
CCINP	8	10 (info)	40	20,0
ENS Lyon (option info)	2	6 (TP Algo)	20,5	9,8
Mines-Ponts	6	11 (Maths)	41	14,6
Centrale	11	18 (Maths)	100	11,0
ENSEA	10	25 (Maths, Phy)	80	12,5
e3a Polytech	Seule épreuve orale			

# Le thème 2026-2027

## Sobriété, efficacité, optimisation

- **Mathématiques** : pavages, minimisation de surfaces, convergence des suites numériques...
- **Informatique** : optimisation d'un code informatique, sobriété des IA et calculs intensifs, efficacité des réseaux
- **Physique** : sobriété énergétique, optimisation des réseaux de transports

# En pratique

- Travail en groupe : 2 ou 3 étudiants
- **Travail sur les deux années de CPGE**
- A rendre :
  - Titre, justification du travail (Janvier 2027)
  - Le MCOT (Mise en Cohérence des Objectifs du TIPE) (Janvier 2027)
  - Le déroulé opérationnel du TIPE (Avril-Juin 2027)
  - La présentation (Avril-Juin 2027)

# Quelques conseils

- Choisir un sujet ni trop ambitieux, ni trop timoré.
- Pour le choix du sujet, visez une question « naïve » à laquelle la réponse ne se trouve pas dans la littérature. **Testez vos questions sur vos enseignants !**
- Le sujet doit permettre la mise en place :
  - **d'expériences** pour acquérir des données ou tester une hypothèse, et/ou
  - **d'un programme** informatique pour utiliser ces données ou des données existantes, faire des simulations...
- Faire des recherches bibliographiques approfondies

**Travailler régulièrement et  
consigner à chaque séance le travail  
effectué de manière lisible et  
efficace.**

# Ce que le jury évalue

- Potentiel scientifique du candidat
  - Travail pertinent (niveau CPGE, travail pleinement compris et justifié)
  - Capacité à apprendre en autonomie
  - Ouverture (interdisciplinarité...)



# Ce que le jury évalue

- Démarche scientifique
  - Questionnement et méthode
  - Savoir poser un problème et se donner les moyens de le résoudre
  - Savoir communiquer ses résultats
- Savoir se distinguer à titre individuel.

# Et cette année ?

Il faut bosser !

- Dans les dernières séances de TIPE, vous présenterez l'avancée de vos travaux devant un jury composé de 2/3 enseignants. **L'évaluation de votre avancée sera consignée sur votre bulletin.**

# Et aujourd'hui ?

- Visite du CDI
- Formation des groupes : rassemblez vous plutôt par centres d'intérêts communs que par camaraderie : votre sujet doit tous vous intéresser. **Vous ne pouvez pas être un simple spectateur !**
- Brainstorming !

# Ressources

- Consulter le rapport du jury de l'année précédente :

<http://www.scei-concours.fr/tipe.php>

# Bibliographie : des pistes

- Des dossiers thématiques en physique :  
<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr>
- Articles et dossiers en mathématiques :  
<https://interstices.info/>  
Site de l'INRIA, propose des dossiers thématiques pour les TIPE.  
[http://www.pearltrees.com/pixees\\_fr](http://www.pearltrees.com/pixees_fr)  
Propose des ressources (articles de recherche) un peu plus spécifiques  
<https://agreg.org/index.php?id=option-b>  
Propose des textes courts de modélisation qui peuvent donner des idées de TIPE en maths

# Bibliographie : des pistes

- Les livres :
  - **CDI ; livres du labo de physique.**
  - Accès à la bibliothèque universitaire de votre université d'inscription
- Les revues :
  - Le BUP (bulletin de l'union des physiciens) (beaucoup d'expériences).  
<http://bupdoc.udppc.asso.fr/index.php> (via le lycée)
  - Les Techniques de l'Ingénieur (via la BU)

# Bibliographie : des pistes

- Les sites institutionnels :
  - [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)
  - [www.cea.fr](http://www cea.fr) : ne pas hésiter à aller sur l'espace enseignant et sur l'espace chercheur (lien vers les sites de labos de recherche par thème de recherche)
  - [gallica.bnf.fr](http://gallica.bnf.fr) : version numérique de la BNF
  - <http://www.upmc.fr/fr/recherche.html>
  - <https://ocw.mit.edu/index.htm>
  - <https://www.nasa.gov/connect/ebooks/index.html>
  - <http://bases-brevets.inpi.fr/fr/accueil.html> : brevets industriels
- Trouver des articles, des thèses, des mémoires :
  - <https://hal.archives-ouvertes.fr/search/index>
  - <https://scholar.google.fr/>
  - <https://arxiv.org/>
  - Pour les articles ne se trouvant pas en libre accès sur l'un des trois sites ci-dessus : via la bibliothèque universitaire où vous êtes inscrits, vous devriez y avoir accès à l'aide de vos identifiants de l'université.

# Le MCOT

- Document central qui motive et résume le travail accompli.
- Positionnement thématique et mots-clefs (groupe)  
La liste des thématiques est fixée
- **Bibliographie commentée** : comment la problématique s'est construite.
- Problématique retenue (groupe)
- Objectifs du travail (**personnel**)
- Références bibliographiques (10 maximum) (groupe)



## Pavage aléatoire de diamants aztèques

Le sujet choisi combine des considérations géométriques, probabilistes et combinatoires pour appréhender l'idée d'ordre issu de l'aléatoire, qui m'a intéressée car quelque peu contre-intuitive. J'ai aussi été séduite par la beauté et la force visuelle du résultat principal qu'il s'agit de démontrer : le théorème du cercle arctique.

Outre les milieux probabilisés et topologiques intervenant tout au long de l'étude, l'énoncé même du théorème s'inscrit dans le thème de l'année. Il porte sur le comportement asymptotique de la frontière arctique, interface entre une région centrale désordonnée et une région extérieure dont les tuiles pavantes présentent une homogénéité d'orientation.

### Positionnement thématique (phase 2)

*MATHEMATIQUES (Géométrie), MATHEMATIQUES (Algèbre), MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées).*

### Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Diamant aztèque</i>	<i>Aztec diamond</i>
<i>Pavage aléatoire</i>	<i>Random tiling</i>
<i>Cercle arctique</i>	<i>Arctic circle</i>
<i>Système de particules en interaction</i>	<i>Interacting particle system</i>
<i>Processus simple d'exclusion asymétrique</i>	<i>Asymmetric simple exclusion process</i>

### Bibliographie commentée

L'étude des pavages de structures géométriques, devenue depuis quelques décennies un pan important de la recherche en combinatoire et prise pour ses applications en cristallographie, entre dans le cadre de la physique statistique dès lors qu'on fait tendre le nombre de tuiles pavantes vers l'infini. Aux questions usuelles de dénombrement s'ajoutent alors de nouvelles problématiques : à quoi ressemble un pavage "moyen" ? Y a-t-il apparition d'un motif à grande échelle, ou le désordre l'emporte-t-il ?

Le pavage du diamant aztèque se pose comme une bonne référence en la matière, par sa richesse combinatoire, ses propriétés asymptotiques remarquables et par les généralisations qu'on peut en proposer. Le problème est le suivant : il s'agit de paver par des dominos verticaux et horizontaux une région du plan en forme de carré tourné de  $45^\circ$ , appelée diamant aztèque.

En 1992, Elkies, Kuperberg, Larsen et Propp établissent par quatre moyens [2] le nombre de pavages par dominos du diamant aztèque d'ordre  $n$ , une preuve alternative en est proposée par Bosio et Van Leeuwen [1] en 2013. Les correspondances établies avec d'autres objets

## **Problématique retenue**

Il s'agit d'étudier le pavage par des dominos des régions du plan appelées diamants aztèques, et en particulier le comportement asymptotique d'un pavage aléatoire lorsque l'ordre du diamant tend vers l'infini.

## **Objectifs du TIPE du candidat**

Je me propose :

- d'explorer les propriétés combinatoires des pavages par dominos du diamant aztèque à travers différentes méthodes pour les dénombrer (théorème du diamant aztèque),
- d'étudier un algorithme de génération de pavages aléatoires (algorithme de touillage),
- de me familiariser avec la théorie de la mesure ainsi que celle des processus stochastiques [6],
- de comprendre la preuve et de cerner les arguments clés derrière un théorème mathématiquement riche (théorème du cercle arctique).

# Le DOT

- Ensemble de 4 à 8 étapes clé qui ont jalonné l'élaboration du TIPE. Pas un plan, pas une présentation... 50 mots max par étape.
- [Rencontre début Mars avec un expert en vibration des machines tournantes], [Identification de notre méthode comme étant la théorie de De Bruijn], [Décision fin mai, suite à la lecture de l'article xxx, d'étudier la sensibilité de manière théorique via le conditionnement des matrices] [Réalisation d'une série d'expériences en faisant varier les deux paramètres a et b, ce qui nous a amenés à conjecturer la loi empirique], [Compréhension du lemme de Proob], [Passage de la version récursive à la version itérative de l'algorithme], [Echec de la synthèse d'un organomagnésien nous obligeant à revoir les conditions de l'expérience], [Réussite de la nouvelle synthèse de l'organomagnésien et calcul du rendement]...