

# Projets Mer et Maths

S. Simao

Groupe IRES Inter Labo, Aix-Marseille

Séminaire National labo de maths, Marseille, 18-20 Décembre 2025

# Plan

- 1 Introduction
  - Disclaireur : Le droit à l'erreur
  - Motivations pour se lancer
- 2 Mérous, Corbs des espèces qui comptent
  - Motivations
  - Protocole
  - Résultats
- 3 Premières pistes de travail statistique et géométrie 3d
  - Travail statistique
  - Géométrie 3d discrétisation
- 4 Un peu de sciences et mathématiques pour enrichir le projet
  - Lois physiques utiles pour la plongée
  - Accidents de décompression et calculs de Paliers
  - Modélisation d'évolution en bancs de poissons
  - Température de l'eau
- 5 Opensim, une interface de travail et de visualisation
- 6 Conclusion

# Disclaimeur : Le droit à l'erreur

« *En agissant, on se trompe parfois. En ne faisant rien, on se trompe toujours* »  
Romain Rolland

# Disclaireur : Le droit à l'erreur

« *En agissant, on se trompe parfois. En ne faisant rien, on se trompe toujours* »  
Romain Rolland

## Les labos de Maths

- Un espace au sein d'établissement pour expérimenter ( profs et élèves ), se tromper et améliorer des dispositifs
- Et se lancer sans craintes avec possibilité de réflexions en équipe
- Besoin d'un espace de liberté et de recherche -> travail en Irem

# Disclaireur : Le droit à l'erreur

« *En agissant, on se trompe parfois. En ne faisant rien, on se trompe toujours* »  
Romain Rolland

## Les labos de Maths

- Un espace au sein d'établissement pour expérimenter ( profs et élèves ), se tromper et améliorer des dispositifs
- Et se lancer sans craintes avec possibilité de réflexions en équipe
- Besoin d'un espace de liberté et de recherche -> travail en Irem

## Sur le sujet de la conférence

Le projet est en cours de création et multidisciplinaire -> difficulté à maîtriser tous ses aspects

# Disclaireur : Le droit à l'erreur

« *En agissant, on se trompe parfois. En ne faisant rien, on se trompe toujours* »  
Romain Rolland

## Les labos de Maths

- Un espace au sein d'établissement pour expérimenter ( profs et élèves ), se tromper et améliorer des dispositifs
- Et se lancer sans craintes avec possibilité de réflexions en équipe
- Besoin d'un espace de liberté et de recherche -> travail en Irem

## Sur le sujet de la conférence

Le projet est en cours de création et multidisciplinaire -> difficulté à maîtriser tous ses aspects

# Pourquoi j'ai choisis ce thème ?

- Le besoin de se faire plaisir, la plongée et les maths et l'informatique sont trois de mes passions qui occupent beaucoup de mon temps libre.

# Pourquoi j'ai choisis ce thème ?

- Le besoin de se faire plaisir, la plongée et les maths et l'informatique sont trois de mes passions qui occupent beaucoup de mon temps libre.
- Envie d'aller plus loin sur des projets grâce à des connaissances plus approfondies en Mathématiques sur des projets "Mer et Maths" menés il y a 10 ans au collège l'Estaque

# Pourquoi j'ai choisis ce thème ?

- Le besoin de se faire plaisir, la plongée et les maths et l'informatique sont trois de mes passions qui occupent beaucoup de mon temps libre.
- Envie d'aller plus loin sur des projets grâce à des connaissances plus approfondies en Mathématiques sur des projets "Mer et Maths" menés il y a 10 ans au collège l'Estaque
- Rencontrer des chercheurs d'horizons différents et apprendre d'eux dans ces domaines

# Pourquoi j'ai choisis ce thème ?

- Le besoin de se faire plaisir, la plongée et les maths et l'informatique sont trois de mes passions qui occupent beaucoup de mon temps libre.
- Envie d'aller plus loin sur des projets grâce à des connaissances plus approfondies en Mathématiques sur des projets "Mer et Maths" menés il y a 10 ans au collège l'Estaque
- Rencontrer des chercheurs d'horizons différents et apprendre d'eux dans ces domaines

- Rendre les Maths attractives et joyeuses

# Motivations pour les élèves

- Rendre les Maths attractives et joyeuses
- Ancrer les maths dans le réel, travailler sur la modélisation

# Motivations pour les élèves

- Rendre les Maths attractives et joyeuses
- Ancrer les maths dans le réel, travailler sur la modélisation
- Une démarche de recherche de type "Maths en Jeans"

- Rendre les Maths attractives et joyeuses
- Ancrer les maths dans le réel, travailler sur la modélisation
- Une démarche de recherche de type "Maths en Jeans"
- Ouverture vers le grand oral

# But de cet exposé

Présenter des idées de projets transdisciplinaires sur le thème de la mer et les sciences abordables sur des niveaux différents du collège au supérieur en passant par le lycée

# Plan

- 1 Introduction
  - Disclameur : Le droit à l'erreur
  - Motivations pour se lancer
- 2 Mérous, Corbs des espèces qui comptent
  - Motivations
  - Protocole
  - Résultats
- 3 Premières pistes de travail statistique et géométrie 3d
  - Travail statistique
  - Géométrie 3d discrétisation
- 4 Un peu de sciences et mathématiques pour enrichir le projet
  - Lois physiques utiles pour la plongée
  - Accidents de décompression et calculs de Paliers
  - Modélisation d'évolution en bancs de poissons
  - Température de l'eau
- 5 Opensim, une interface de travail et de visualisation
- 6 Conclusion

## Quel intérêt à compter des espèces menacées ?

- Des **espèces « patrimoniales »**, **prestigieuses** et **indicatrices** d'un bon état de conservation du milieu, très impacté par les activités humaines
- Récouter un grand nombre de **données simultanées**, et **suivies** dans le temps.  
⇒ Convergence entre les résultats de comptages scientifiques (GEM) et citoyens (EQC)
- **Evaluer et appuyer les mesures** de conservation qui enrichissent nos sites de plongée (moratoires !)
- Témoigner des **effets du changement climatique** (les mérous et le parasite de la nacre sont thermophiles)
- Se **(ré)approprier** les enjeux de **conservation du Vivant**



## Qu'est-ce qu'on compte ?

- Espèce (M / C / N)
- Nombre (si groupe homogène)
- Profondeur
- Temps de plongée
- Taille (mérrou de 20 à 110 +/- 10cm ; avec la queue)
- La direction de déplacement (> éviter les doublons)
- Comportement (I / F / A)
- BONUS :
  - Juvéniles !
  - Espèces rares : mérrou gris, royal, badèche, nacre rugueuse
  - Espèces invasives
  - Pollutions et dégradations du milieu (matériel de pêche, etc.).

[illegible]

## La synthèse des données par site

- Une carte plastifiée par site (2/jour)

- Reporter trajet au feutre
  - Estimation distance parcourue
- ⇒ Trajets similaires à chaque édition !

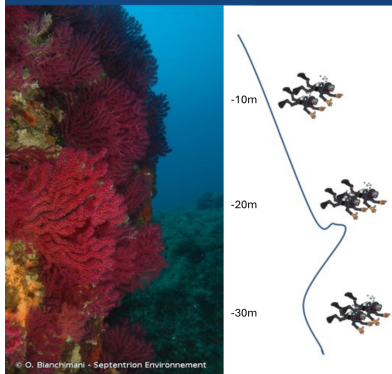
➤ Une fiche-synthèse par parcours

- Référent bio, aidé de tous les plongeur-ses
  - Le plus tôt possible (avant la pause)
  - Eliminer les doublons !
- ⇒ Si 2 parcours sur la carte (main gauche/main droite), préparer 2 fiches

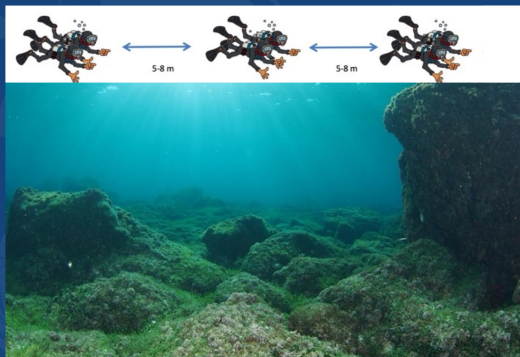
[illegible][illegible]

## Comment on compte ?

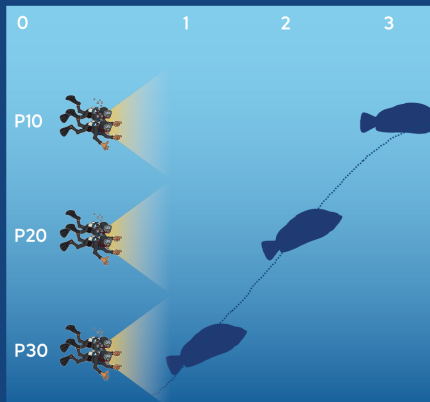
### Configuration 'tombant'



### Configuration 'fonds rocheux'



## TUTO : la synthèse des données



P30	P20	P10
1 M60 ↗	1 C30 ↔	1 C30 ↔
2 M30 ↗	2 M55 ↗	2 M60 ↔
3 C30 ↔	3 M35 ↔	3 M60 ↔

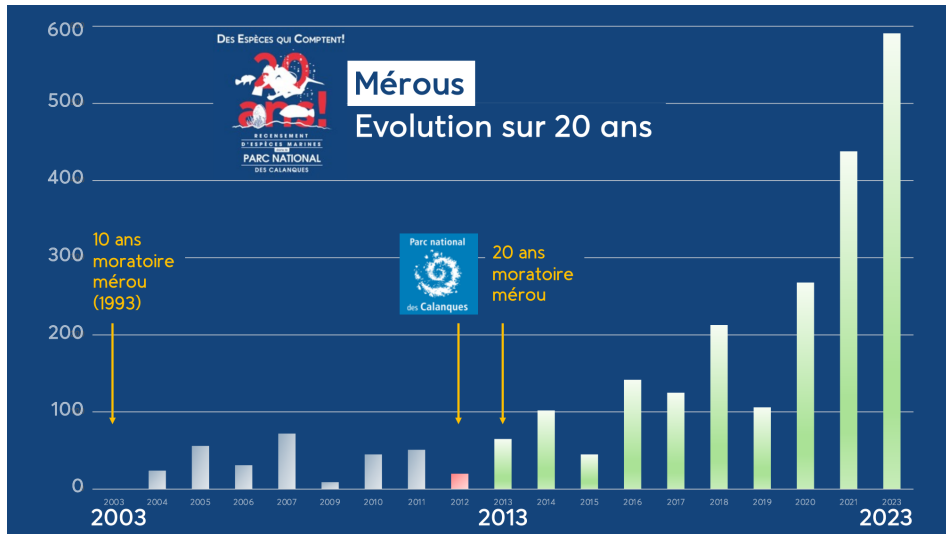
### Les clés pour éviter les doublons

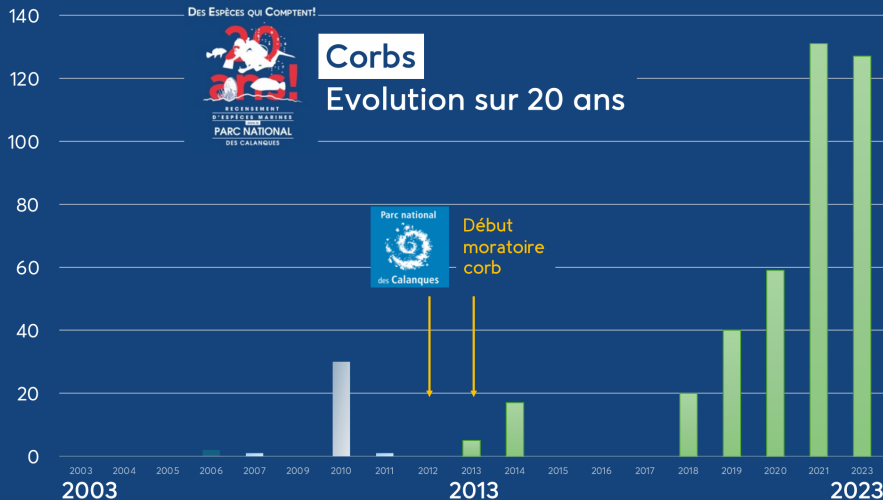
- Immersion simultanée
- La palanquée centrale donne le rythme
- La palanquée de fond donne l'arrêt (paliers)

3 comptages  
1 seul mérrou !

# Une petite vidéo de du comptage des Mérous en 2025

## Comptage des Mérous





# Plan

- 1 Introduction
  - Disclameur : Le droit à l'erreur
  - Motivations pour se lancer
- 2 Mérous, Corbs des espèces qui comptent
  - Motivations
  - Protocole
  - Résultats
- 3 Premières pistes de travail statistique et géométrie 3d
  - Travail statistique
  - Géométrie 3d discrétisation
- 4 Un peu de sciences et mathématiques pour enrichir le projet
  - Lois physiques utiles pour la plongée
  - Accidents de décompression et calculs de Paliers
  - Modélisation d'évolution en bancs de poissons
  - Température de l'eau
- 5 Opensim, une interface de travail et de visualisation
- 6 Conclusion

## Etude statistique

- N1 Réflexion et argumentation sur ces résultats.

## Etude statistique

- N1 Réflexion et argumentation sur ces résultats.
- N2 Travailler sur les tailles des échantillons.

## Etude statistique

- N1 Réflexion et argumentation sur ces résultats.
- N2 Travailler sur les tailles des échantillons.
- N3 Réfléchir à des protocoles différents pour compter les poissons et être plus précis.

## Etude statistique

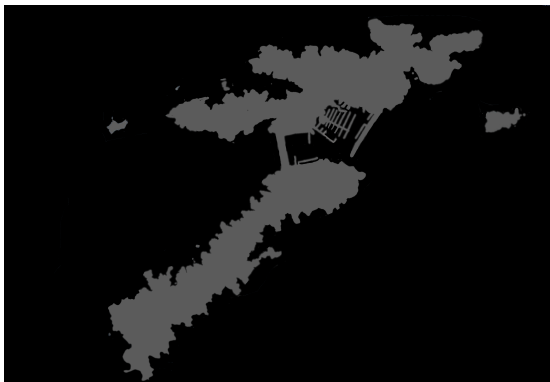
- N1 Réflexion et argumentation sur ces résultats.
- N2 Travailler sur les tailles des échantillons.
- N3 Réfléchir à des protocoles différents pour compter les poissons et être plus précis.

## Objectif premier

Géolocaliser à partir des trajectoires surface et des profondeurs et temps des rencontres sous-marines, les mérous sur des cartes 3d avec fond sous marins.

## Objectif premier

Géolocaliser à partir des trajectoires surface et des profondeurs et temps des rencontres sous-marines, les mérous sur des cartes 3d avec fond sous marins.



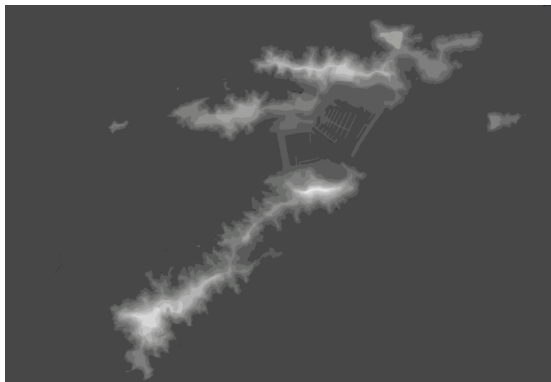
## Objectif premier

Géolocaliser à partir des trajectoires surface et des profondeurs et temps des rencontres sous-marines, les mérous sur des cartes 3d avec fond sous marins.



## Objectif premier

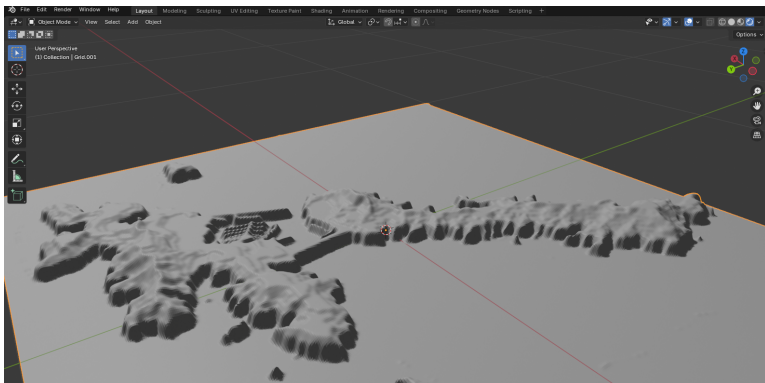
Géolocaliser à partir des trajectoires surface et des profondeurs et temps des rencontres sous-marines, les mérous sur des cartes 3d avec fond sous marins.



# Géolocalisation 3d des Poissons

## Objectif premier

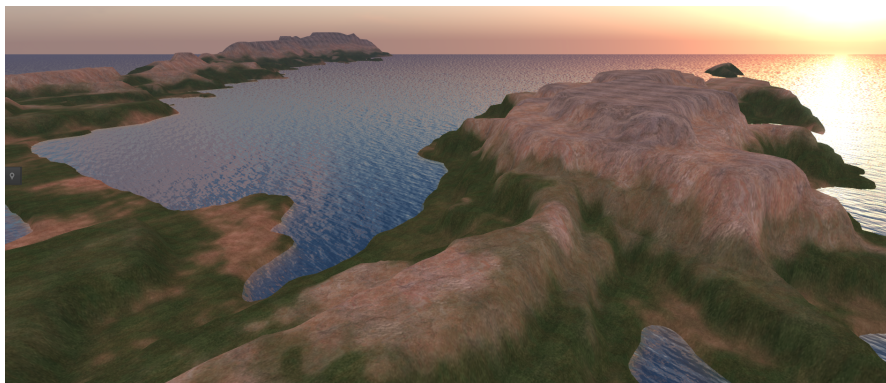
Géolocaliser à partir des trajectoires surface et des profondeurs et temps des rencontres sous-marines, les mérous sur des cartes 3d avec fond sous marins.



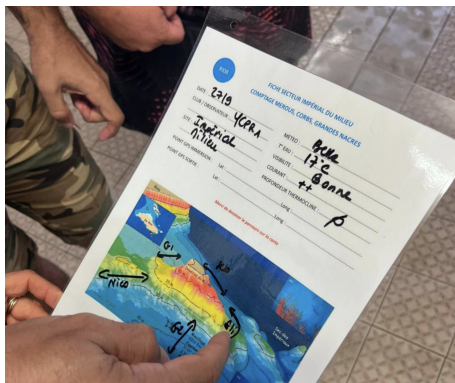
# Géolocalisation 3d des Poissons

## Objectif premier

Géolocaliser à partir des trajectoires surface et des profondeurs et temps des rencontres sous-marines, les mérous sur des cartes 3d avec fond sous marins.

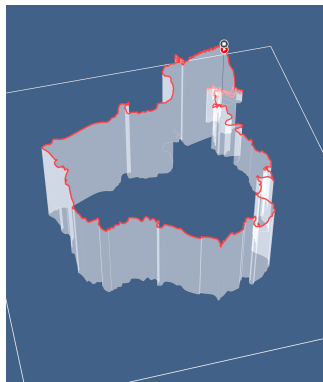


# Courbes 3d des trajectoire des plongeurs



- N1 Paramétrisation 3d à partir des trajectoires 2d des surfaces

# Courbes 3d des trajectoire des plongeurs



- N1 Paramétrisation 3d à partir des trajectoires 2d des surfaces
- N2 Travail sur la méthode d'Euler pour tracer une trajectoire, critique de la méthode



# Courbes 3d des trajectoire des plongeurs

- N1 Paramétrisation 3d à partir des trajectoires 2d des surfaces
- N2 Travail sur la méthode d'Euler pour tracer une trajectoire, critique de la méthode
- N3 Machine learning pour améliorer les trajectoires

# Plan

- 1 Introduction
  - Disclameur : Le droit à l'erreur
  - Motivations pour se lancer
- 2 Mérous, Corbs des espèces qui comptent
  - Motivations
  - Protocole
  - Résultats
- 3 Premières pistes de travail statistique et géométrie 3d
  - Travail statistique
  - Géométrie 3d discrétisation
- 4 Un peu de sciences et mathématiques pour enrichir le projet
  - Lois physiques utiles pour la plongée
  - Accidents de décompression et calculs de Paliers
  - Modélisation d'évolution en bancs de poissons
  - Température de l'eau
- 5 Opensim, une interface de travail et de visualisation
- 6 Conclusion

- Poussée d'Archimède -> Expérimentation sur les volumes

# Lois physiques utiles pour la plongée

- Poussée d'Archimède -> Expérimentation sur les volumes
- $\Delta P = \rho gh$  et Boyle-Mariotte  $PV = \text{Constante}$  -> Calcul d'autonomie en plongée, barotraumatisme, parachute de levage

# Lois physiques utiles pour la plongée

- Poussée d'Archimède -> Expérimentation sur les volumes
- $\Delta P = \rho gh$  et Boyle-Mariotte  $PV = \text{Constante}$  -> Calcul d'autonomie en plongée, barotraumatisme, parachute de levage
- Loi de Dalton :  $P_p = P_t \times F_i$  Calcul de toxicité de l'oxygène pour les plongée au Nitrox

## Loi de Henry

La quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz au contact de l'interface air/liquide à température constante et à saturation.

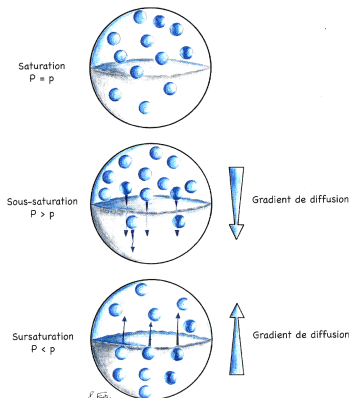
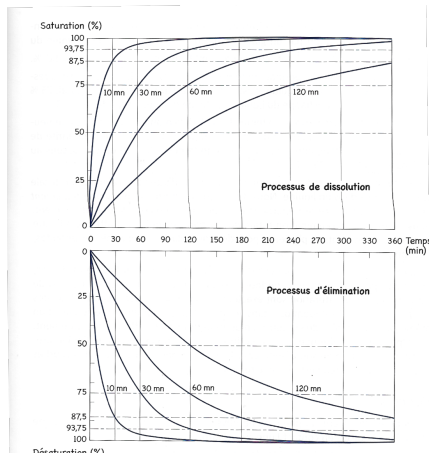


Figure 2.13 - La loi de HENRY

## Loi de Henry

La quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz au contact de l'interface air/liquide à température constante et à saturation.



# ADD et calculs de palier

- N1 Collège Lecture de Table

# ADD et calculs de palier

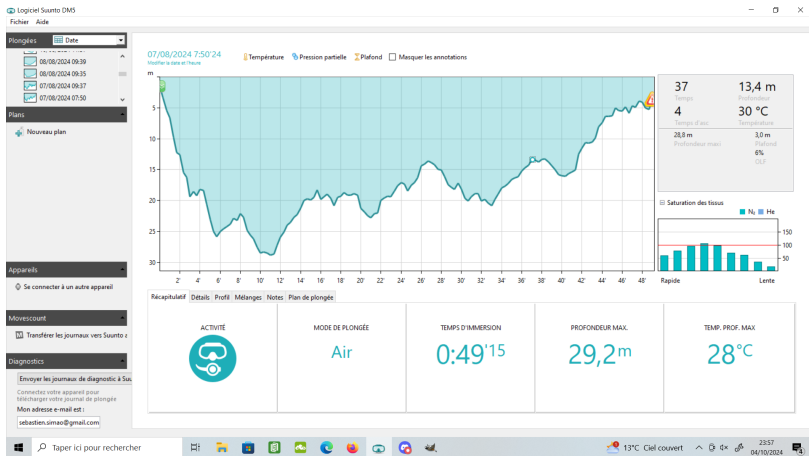
- N1 Collège Lecture de Table
- N2 Lycée Calcul de palier avec un modèle de Haldane sur des profils carré

# ADD et calculs de palier

- N1 Collège Lecture de Table
- N2 Lycée Calcul de palier avec un modèle de Haldane sur des profils carré
- N3 Lycée Modéliser un ordinateur de plongée

# ADD et calculs de palier

- N1 Collège Lecture de Table
- N2 Lycée Calcul de palier avec un modèle de Haldane sur des profils carré
- N3 Lycée Modéliser un ordinateur de plongée



# Modélisation d'évolution en bancs de poissons

- N1 Collège Rotations autour d'un point

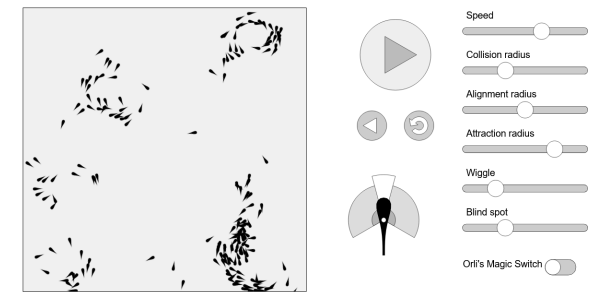
# Modélisation d'évolution en bancs de poissons

- N1 Collège Rotations autour d'un point
- Mathpark : Ami Frouvelle avec EDP trop complexe pour les élèves du secondaire pour une résolution analytique avec EDP

# Modélisation d'évolution en bancs de poissons

- N1 Collège Rotations autour d'un point
- Mathpark : Ami Frouvelle avec EDP trop complexe pour les élèves du secondaire pour une résolution analytique avec EDP
- Fouloscopie chaine youtube de vulgarisation, approche algorithmique -> [Simulation 2D](#)

Collective behavior and swarming



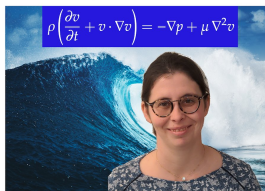
# Evolution de la température de l'eau en Méditerranée

## Problématique

Des espèces disparaissent à cause de l'évolution de la température en méditerranée niveau d'étude pour les élèves.

- N1 Collège : Etude statistiques de la température de la bouée de Planier.
- N2 Lycée : Montrer l'inertie du réchauffement de l'eau sur une saison
- N3 Supérieur : Résolution d'Edp ou des "baby models" ( cf conf de 2/3 )

*Les conférences 2/3*



Mathématiques et  
Circulation Océanique

Charlotte PERRIN  
Mathématicienne



# Plan

- 1 Introduction
  - Disclameur : Le droit à l'erreur
  - Motivations pour se lancer
- 2 Mérous, Corbs des espèces qui comptent
  - Motivations
  - Protocole
  - Résultats
- 3 Premières pistes de travail statistique et géométrie 3d
  - Travail statistique
  - Géométrie 3d discrétisation
- 4 Un peu de sciences et mathématiques pour enrichir le projet
  - Lois physiques utiles pour la plongée
  - Accidents de décompression et calculs de Paliers
  - Modélisation d'évolution en bancs de poissons
  - Température de l'eau
- 5 Opensim, une interface de travail et de visualisation
- 6 Conclusion

# Opensim, une interface de travail et de visualisation et d'échanges

*Une interface pour les gouverner tous, une interface pour les trouver, une interface pour les amener tous et dans les mathématiques les lier.*

## Définition

Opensim est un moteur de monde virtuel 3d libre avec gestion de la physique, rendu avec ombre portée, et un langage de script orienté objet

Avantages :

- Interface de confiance pour les élèves ludique mais où l'élève n'est pas en position de consommateur mais d'acteur.
- Concept de gamer : "immersivité"
- Lieu ouvert et unique sur le Web -> expositions accessibles de partout, présenter à des publics différents, travaux différenciés

# Opensim, une interface de travail et de visualisation et d'échanges

Exemples de rendus en vidéo travaux réalisés au collège l'Estaque avec des élèves en difficulté :

- Terrestre, terminal de Mourepianne 2016 : [cliquez ici](#)
- Maritime, Ile de Planier 2012, interview avec Moiraud : [cliquez ici](#)

# Plan

- 1 Introduction
  - Disclaireur : Le droit à l'erreur
  - Motivations pour se lancer
- 2 Mérous, Corbs des espèces qui comptent
  - Motivations
  - Protocole
  - Résultats
- 3 Premières pistes de travail statistique et géométrie 3d
  - Travail statistique
  - Géométrie 3d discrétisation
- 4 Un peu de sciences et mathématiques pour enrichir le projet
  - Lois physiques utiles pour la plongée
  - Accidents de décompression et calculs de Paliers
  - Modélisation d'évolution en bancs de poissons
  - Température de l'eau
- 5 Opensim, une interface de travail et de visualisation
- 6 Conclusion

## Ce projet existera-t'il ?

Rien n'est moins sur avec les réductions des coût :

- Financement des déplacements ?
- Création d'un club de Maths rémunéré en heure pour les profs concernés ?

- [FOS] Philip Foster. *La plongée sous-marine, l'adaptation de l'organisme et ses limites*
- [FROU] Frouvelle Mathématik Park *Comment modéliser un banc de poisson*
- [FOUL] Fouloscopie. *En 5 niveaux de difficulté : comment fonctionne un banc de poissons ?*
- [Sim1] Sébastien Simao. Les cahiers pédagogiques. *Plongée en 3D*
- [Sim2] Sébastien Simao. *Modélisation du terminal de Mourepianne*
- [Thot] Thot Cursus. *De l'OpenSim pour un enseignement multidisciplinaire*

# Merci pour votre écoute !

Diaporama de la conférence en libre accès ici :

