

Département 1

Algorithmique, calcul, image et géométrie

Sylvain Lazard

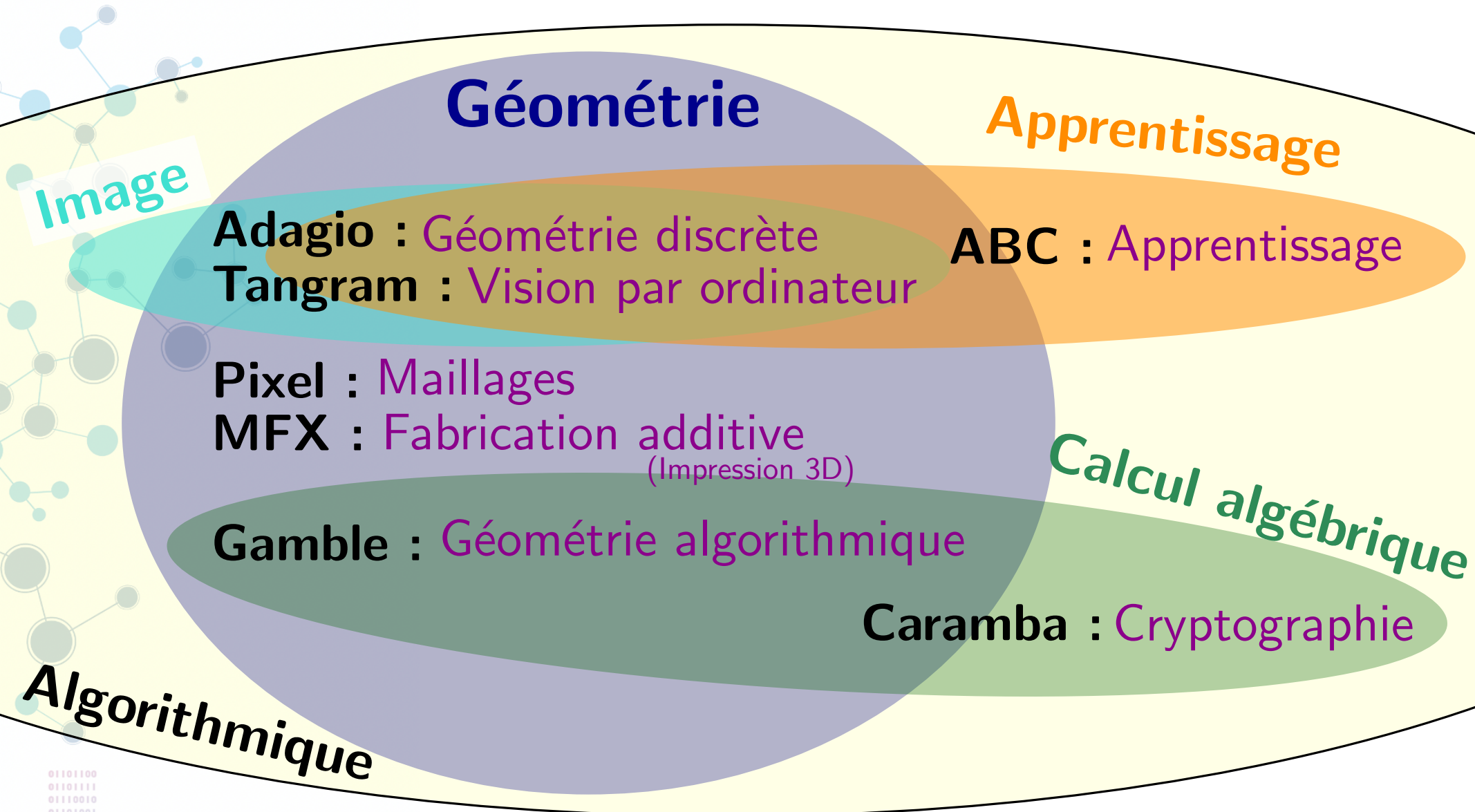
Septembre 2022



Les équipes & Les thématiques

(en un mot clef...)

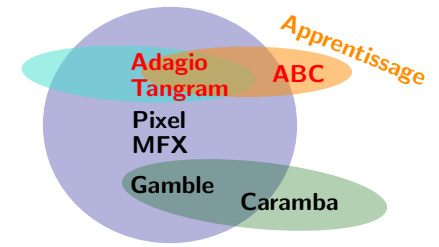
centrales au département



Équipes UL-CNRS : Adagio, ABC

Équipes UL-CNRS-INRIA : Tangram, Pixel, MFX, Gamble, Caramba

Apprentissage



Théorie de l'apprentissage

Classification multi-catégories

Problème ouvert majeur : dépendance de

- l'intervalle de confiance d'une borne sup sur la probabilité d'erreur
- en fonction de la taille de l'échantillon, du nombre C de catégories et du paramètre de marge γ .

Thm. Un intervalle de confiance de taille sous-linéaire en C existe toujours
Réfute une conjecture très classique [J. Comput. & System Sciences 2017]

Amélioration des bornes e.g., remplaçant la dimension combinatoire standard (fat-shattering) par des γ - Ψ -dimensions

[J. Comput. & System Sciences 2017] [Neurocomputing 2019] [Neural Computing and Applications 2020]

Apprentissage et applications

Analyse d'image & Recalage visuel

Objets rigides ou déformables

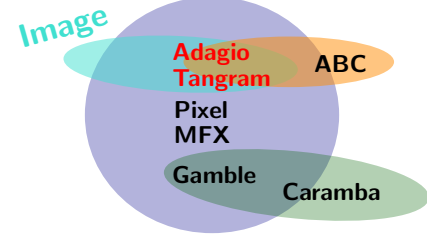
9 thèses

Bio-info

Collaborations D4 - Orpailleur & D5 - Capsid

2 thèses

Image



Analyse d'image

Détection de points de fuite & histoire de l'art

Focus

Gilles Simon

Détection de contours

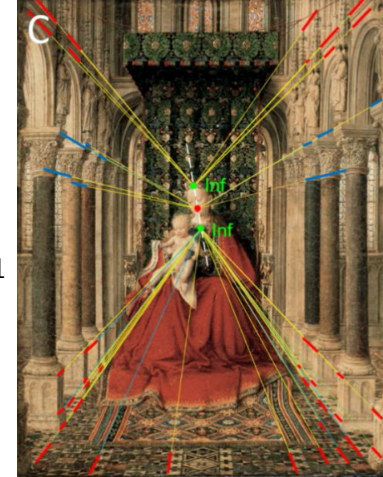
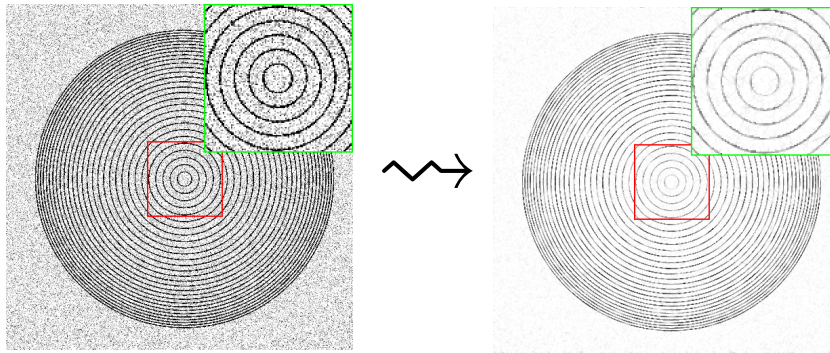
(lignes polygonales
arcs de cercles)

Portfolio

best paper

Discr Geom & Math Morpho 2021

1 thèse

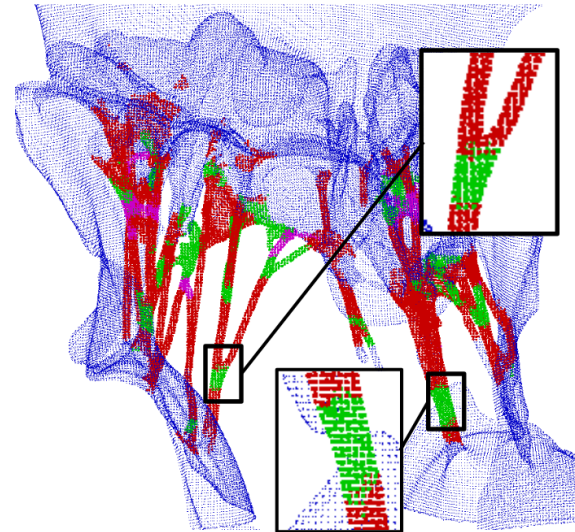


Foresterie qualité du bois

Imagerie médicale CT scan de valves mitrales



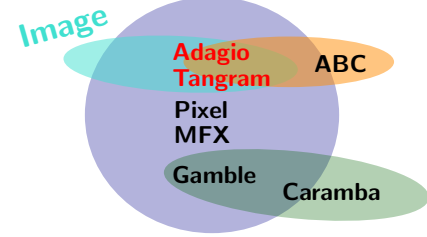
2 thèses
Collaboration
INRAE



1 thèse
Collaboration
CHRU Nancy
Harvard

Démo

Image



Analyse d'image

Détection de points de fuite & histoire de l'art

Focus

Gilles Simon

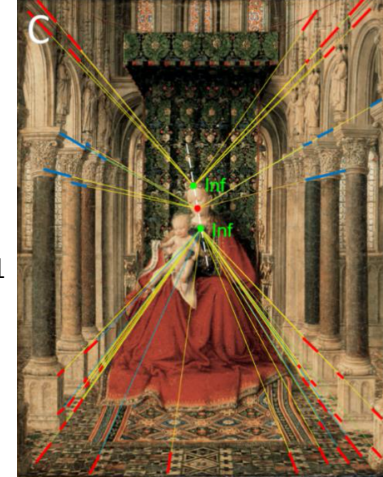
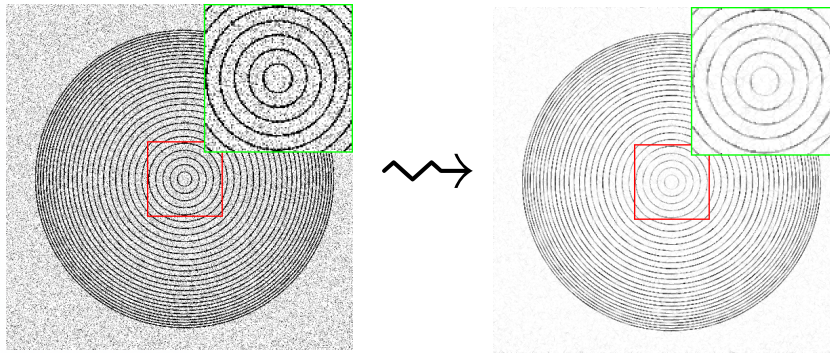
Détection de contours

(lignes polygonales
arcs de cercles)

Portfolio

best paper

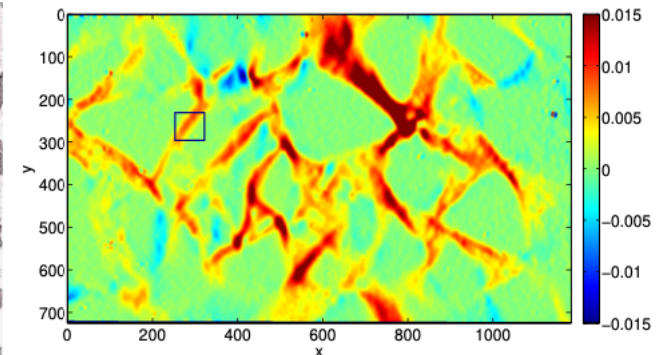
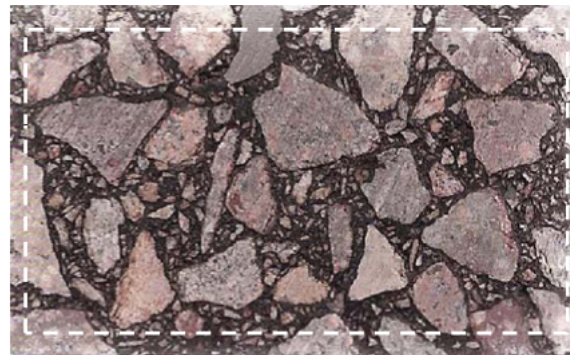
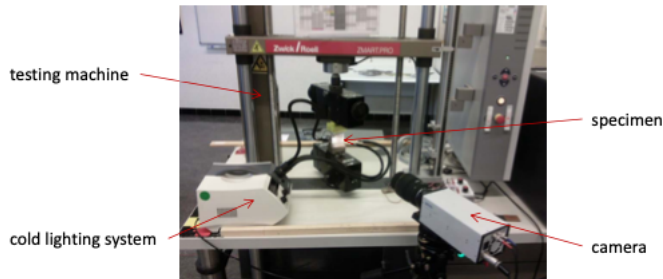
Discr Geom & Math Morpho 2021



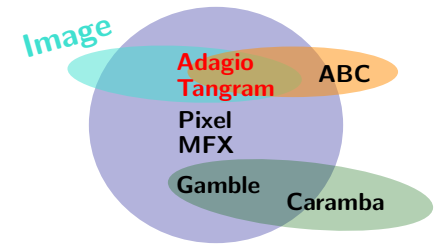
Estimation des déplacements et champs de forces
sur des matériaux soumis à des déformations mécaniques

Collaboration Institut Pascal

1 thèse
Best paper Strain J. 2016
1 brevet

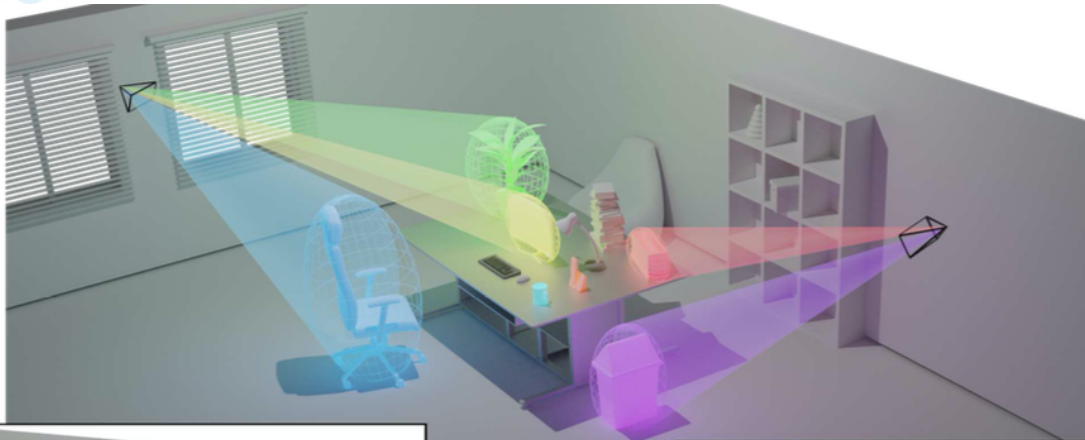


Image



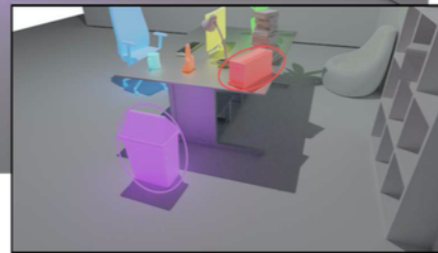
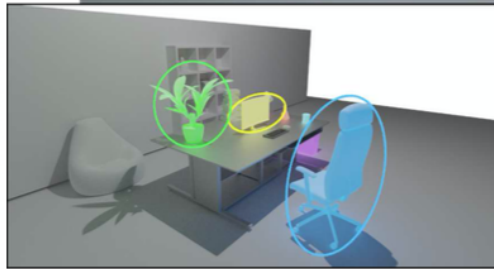
Analyse d'image

Localisation de points de vues
par correspondances d'ellipses & ellipsoïdes



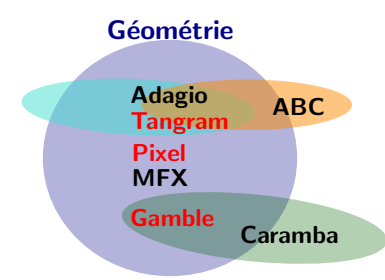
Démo

2 thèses 1 brevet
Keynote invited talk
ISMAR 2017



Maillages & triangulations

Géométrie



Génération de maillages pour la simulation numérique

Graal : Maillages 100% hexaédriques

One of the major challenges for 2030 [NASA 2014]

2010 : maillages à dominante hexaédrique

2016 : Champs de bases orthogonales \rightsquigarrow **saut qualitatif** [TOG/SIGGRAPH]

2021 : Champs de bases **non-orthogonales**

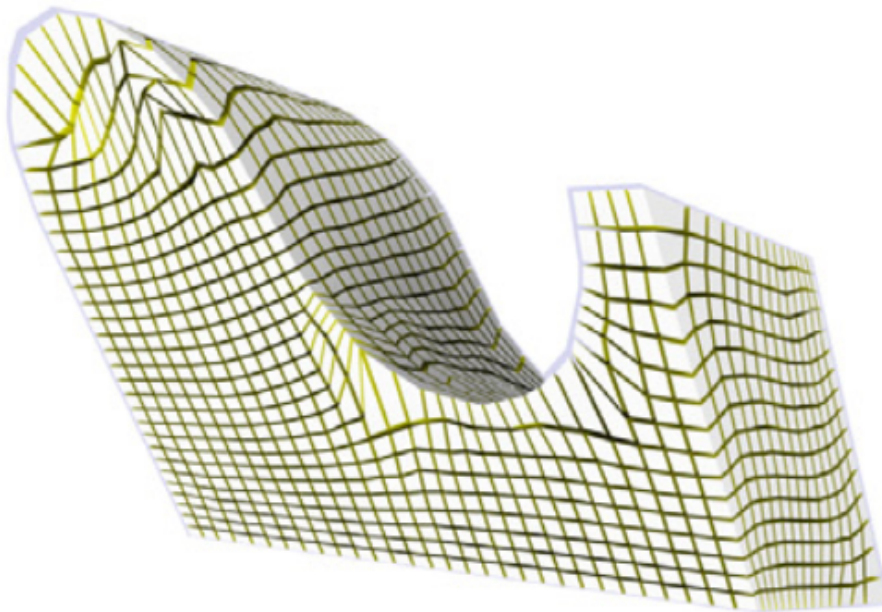
Maillages "polycubes" 100% hexaédriques

best-paper SPM'21

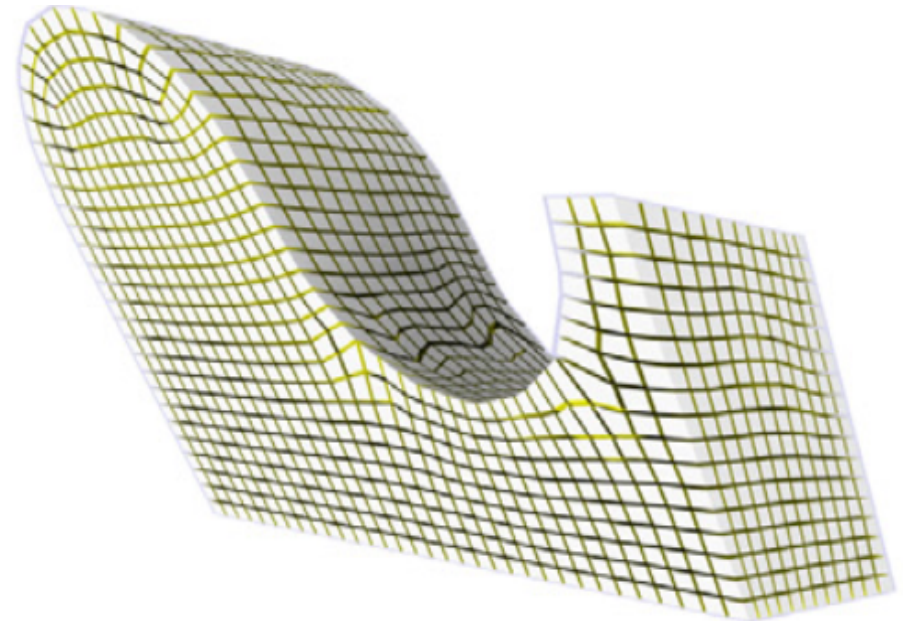
Solid and Physical Modeling

[preprint 2021 \rightarrow CAD 2022]

5 thèses



2016



2021

01101100
01101111
01110010
01101001
01100001
01101100
01101111
01110010
01101001
0110001011
1110010011
00101111
011111

LORIA

Laboratoire lorrain de recherche
en informatique et ses applications

Maillages & triangulations

Géométrie

Adagio
Tangram ABC
Pixel
MFX
Gamble
Caramba

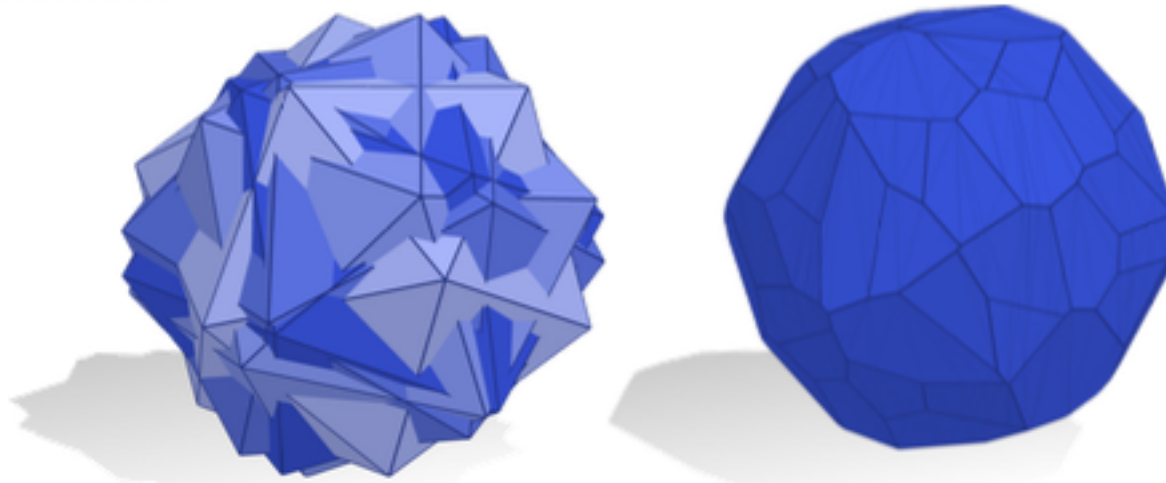
Génération de maillages pour la simulation numérique

Élimination des auto-intersections dans les maillages 3D

1^{er} algorithme pour arrondir les sommets sur une grille
(sans créer de nouvelles intersections) (e.g. float, doubles)

[Discrete & Comput.
Geom. 2020]

1 thèse



Intersection de 4 icosaèdres [Zhou et al.]

01101100
01101111
01110010
01101001
01100001
01101100
01101111
01110010
01101001
011000010111
11100100111
00101111
011111

Loria

Laboratoire lorrain de recherche
en informatique et ses applications

Maillages & triangulations

Géométrie

Adagio
Tangram ABC

Pixel
MFX

Gamble
Caramba

Génération de maillages pour la simulation numérique

Élimination des auto-intersections dans les maillages 3D

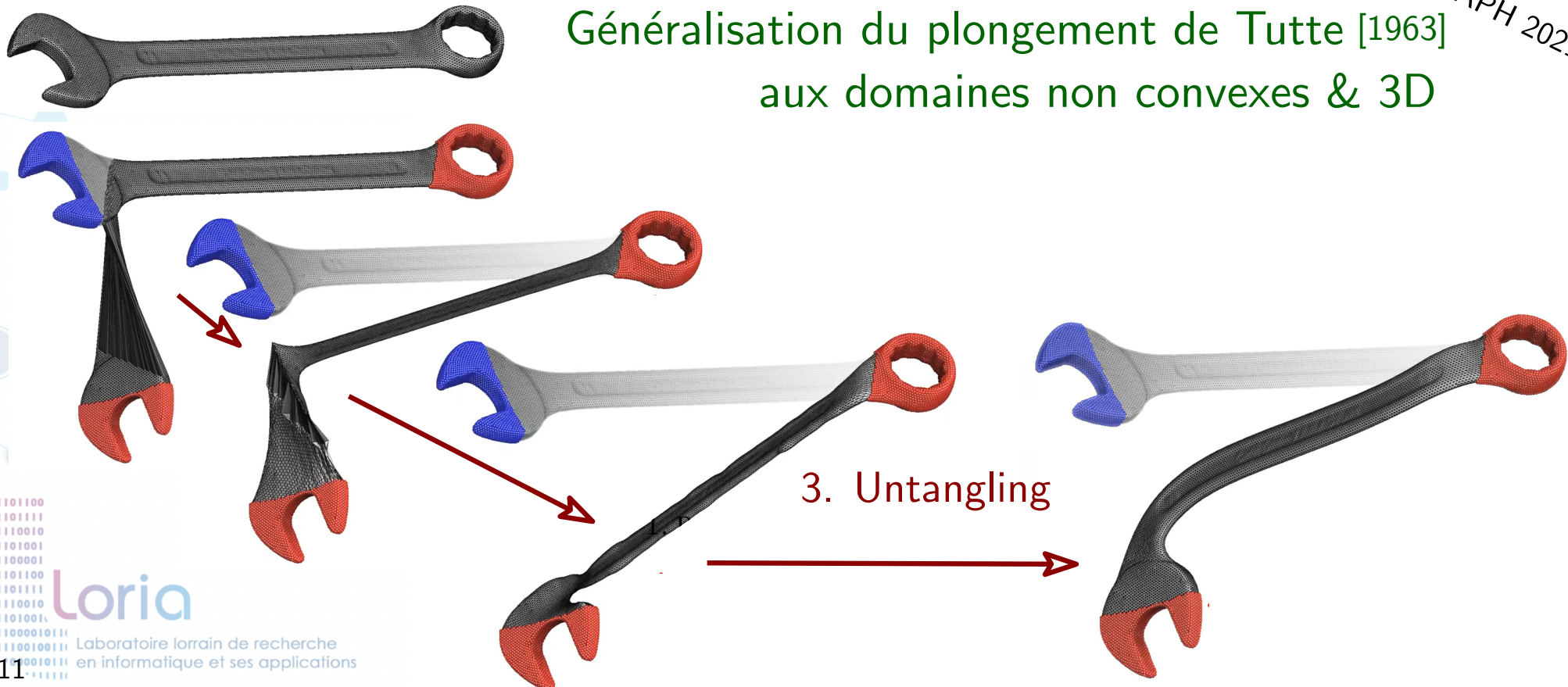
1^{er} algorithme pour arrondir les sommets sur une grille

Maillages polyédraux soumis à déformations

Portfolio

1 thèse
TOG/SIGGRAPH 2021

Généralisation du plongement de Tutte [1963]
aux domaines non convexes & 3D



Maillages & triangulations

Géométrie

Adagio
Tangram ABC
Pixel
MFX
Gamble
Caramba

Génération de maillages pour la simulation numérique

Élimination des auto-intersections dans les maillages 3D

1^{er} algorithme pour arrondir les sommets sur une grille

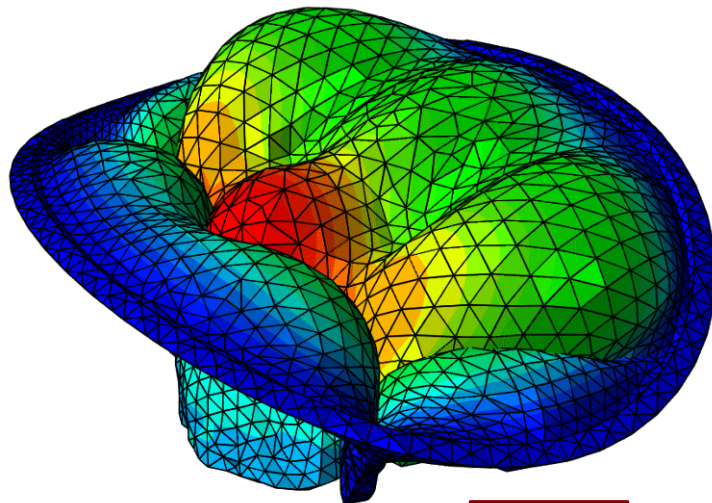
Maillages polyédraux soumis à déformations

Portfolio

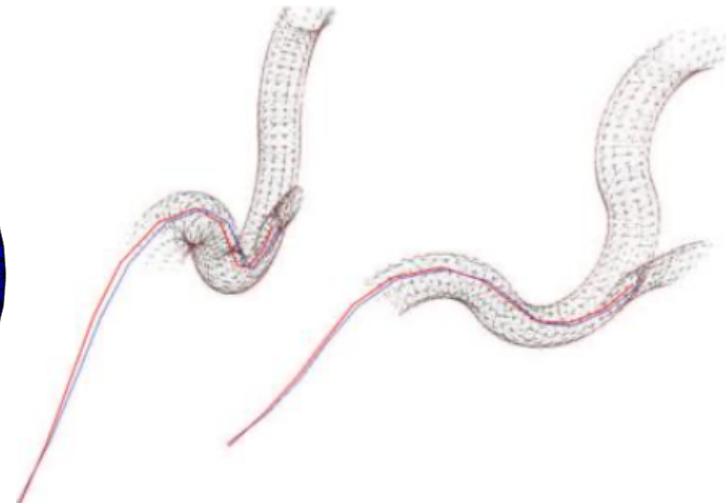
Modèles bio-mécaniques déformables & imagerie médicale

Reconstruction & simulation 3D :

Valve mitrale



Cathéters en radiologie interventionnelle



3 thèses
Collaborations
CHRU Nancy
IHU Strasbourg

Démo

Maillages & triangulations

Géométrie

Adagio
Tangram ABC
Pixel
MFX
Gamble
Caramba

Génération de maillages pour la simulation numérique

Élimination des auto-intersections dans les maillages 3D

1^{er} algorithme pour arrondir les sommets sur une grille

Maillages polyédraux soumis à déformations

Portfolio

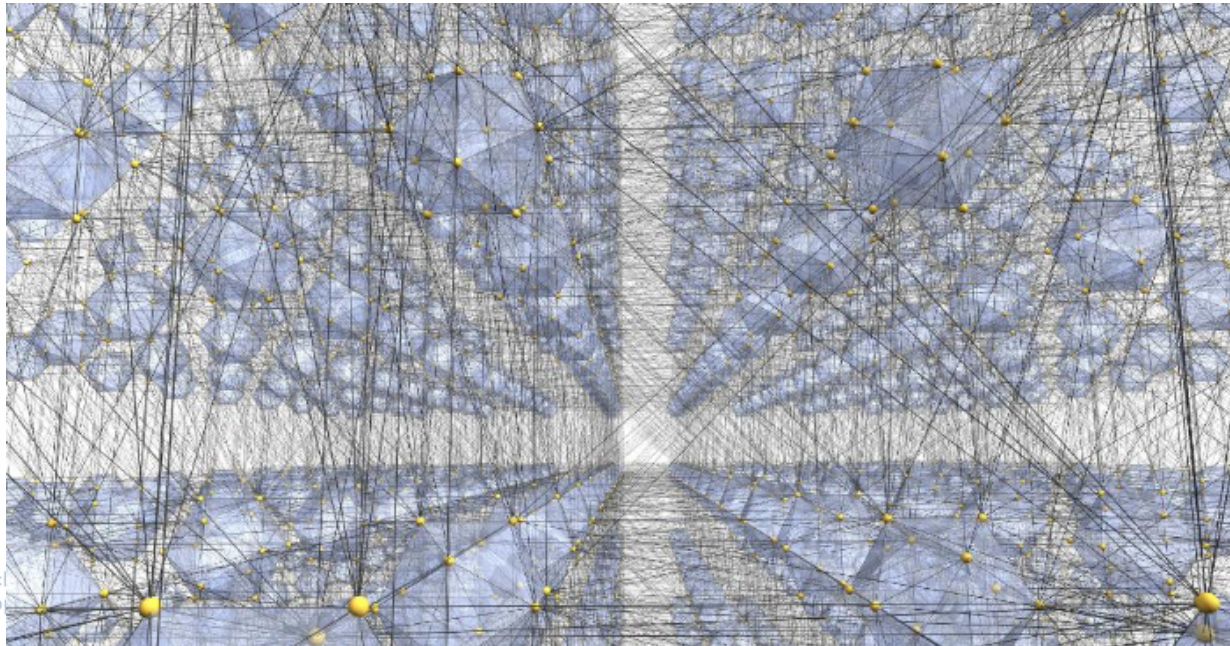
Modèles bio-mécaniques déformables & imagerie médicale

Triangulations de Delaunay périodiques

Keynote invited talk
EuroCG 2020

Best paper ESA 2020
Europ. Symp. on Algorithms

1 thèse



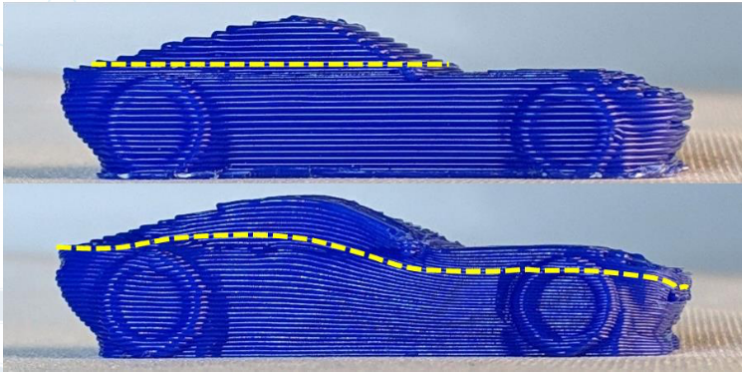
Fabrication additive

(Impression 3D)

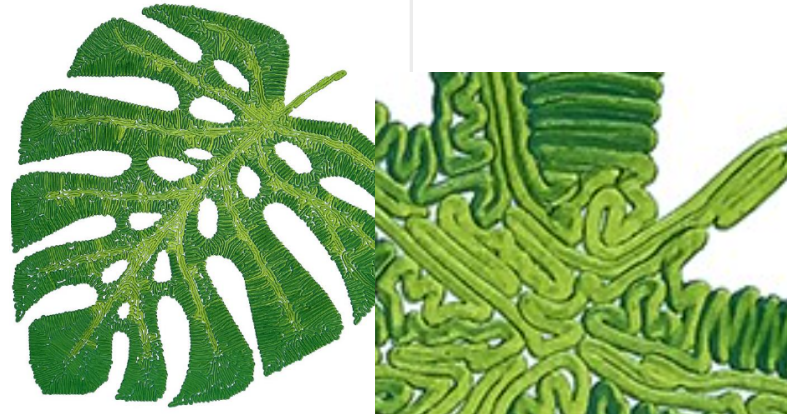
Géométrie

Adagio
Tangram ABC
Pixel
MFX
Gamble
Caramba

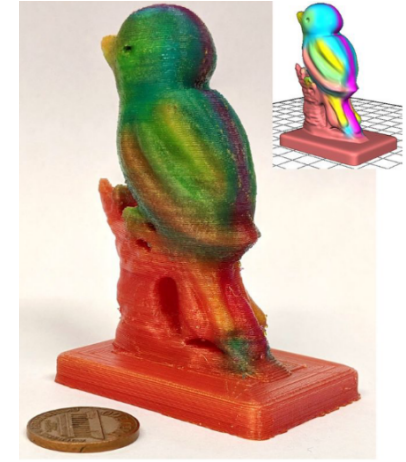
Traitement des modèles pour améliorer l'impression



Minimisation de l'erreur :
Tranchage courbe
& épaisseur des tranches



Optimisation de trajectoires de dépôt
& largeur du filament



Couleur

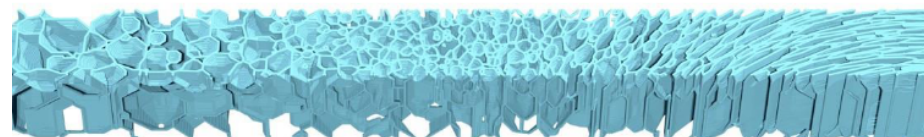
3 thèses

Modélisation : Mousses stochastiques

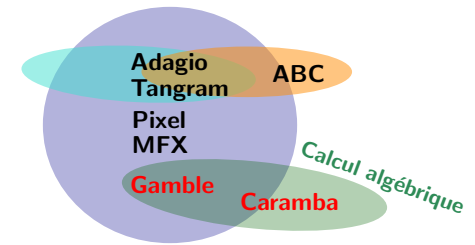
Focus

Sylvain Lefebvre

3 thèses



Calcul algébrique



Tracé certifié de courbes

Isolation des points singuliers et extrêmes : Algo "optimal"

3 thèses

Logicel Isotop

Démo

[J. of Complexity 2016] (bit complexity)

complexes

(bit complexity)

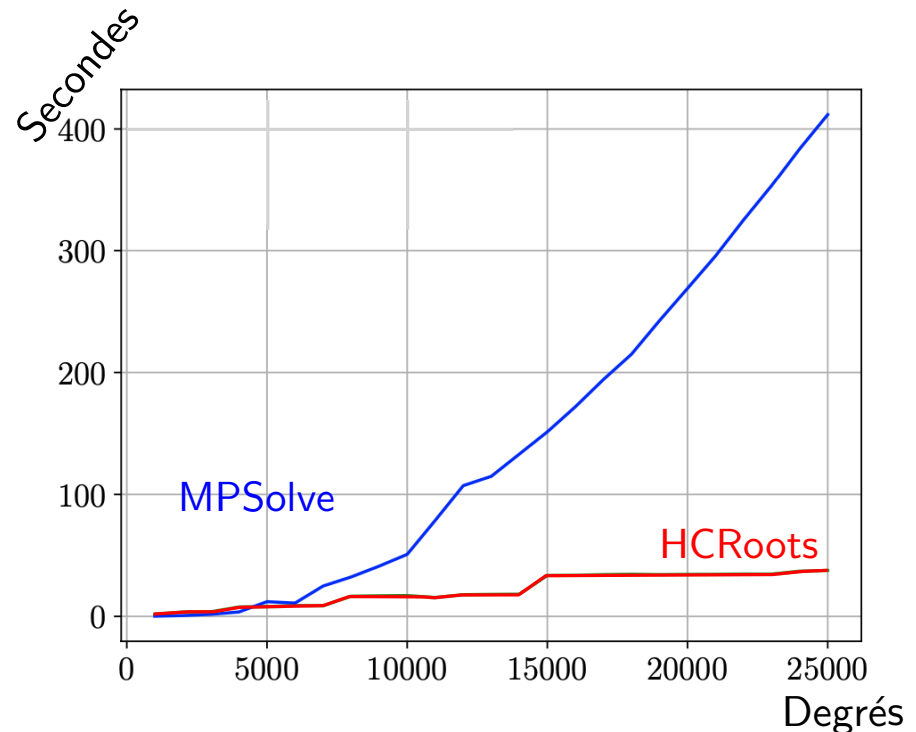
Isolation des racines d'un polynôme en temps quasi-linéaire

Problème ouvert depuis 50 ans

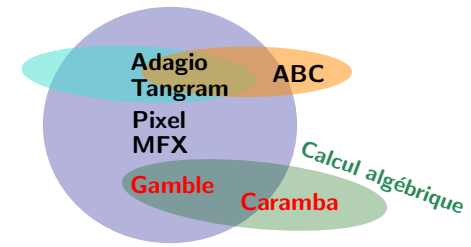
[FOCS 2021]

Transfert MapleSoft

Portfolio



Calcul algébrique



Tracé certifié de courbes

Isolation des points singuliers et extrêmes : Algo "optimal"

Logiciel Isotop

Démo

[J. of Complexity 2016]

(bit complexity)

3 thèses

Isolation des racines complexes d'un polynôme en temps quasi-linéaire (bit complexity)

Problème ouvert depuis 50 ans

[FOCS 2021]

Transfert MapleSoft

Portfolio

Arithmétique

Multiplication rapide, arithmétique modulaire rapide, ...

Bibliothèque GNU MPFR (Multiple Precision Floating-Point Reliable Library)

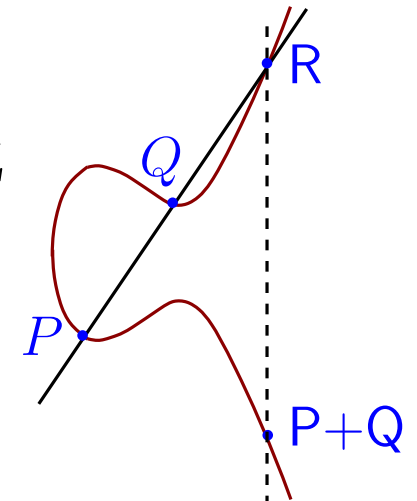
(requis pour GCC)

2 thèses

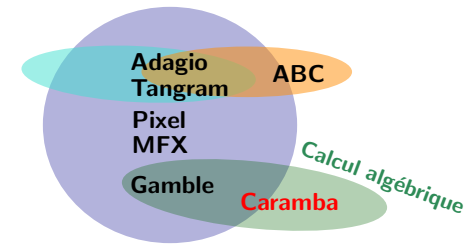
Comptage de points sur des courbes hyper elliptiques dans $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$

Prix de thèse UL 2018

$$y^2 = f(x)$$



Crypto



Cryptographie & Cryptanalyse

E.g. Chiffrement RSA



Factorisation d'entiers – Problème du log discret (DLP)

($\log_b x$? dans e.g. $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$)

Records de factorisation

2016 : RSA-220 décimales
2020 : RSA-250 décimales (record actuel)
2019 : RSA-240 [Crypto 2020]

Records DLP

2021 : Corps fini $GF(p^6)$ à 521 bits
Best paper Asiacrypt 2021
Prix de thèse Gilles Kahn/SIF 2021
Prix L'Oréal-UNESCO Young Talents France 2021

Les records de calculs ne doivent pas cacher le travail de fond sur les développements algorithmiques

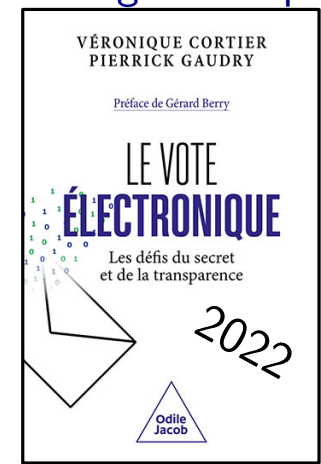
4 thèses Logiciel Cado-NFS (depuis 2007)

Vote électronique – Logiciel Belenios

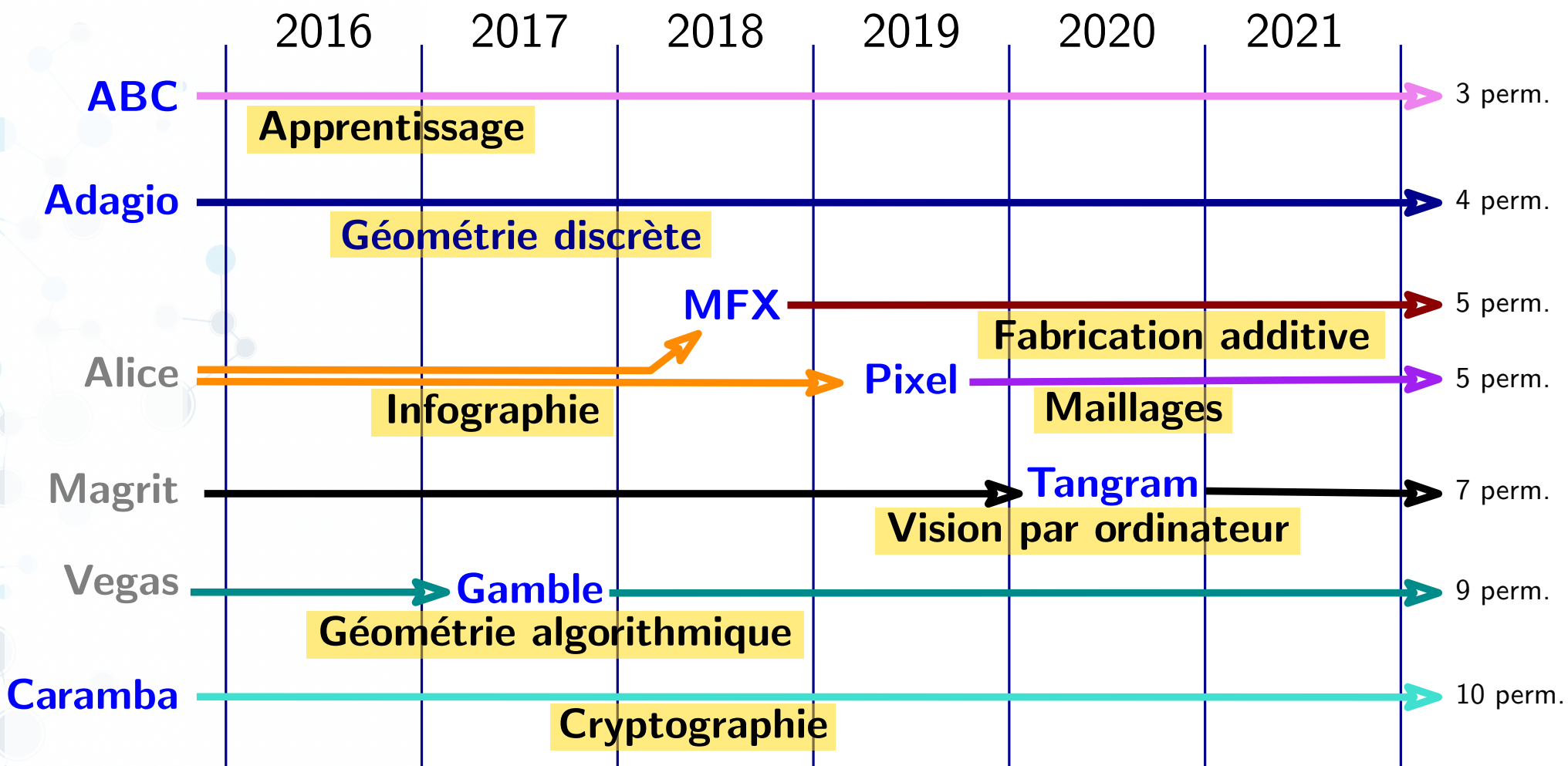
1 thèse
Collaboration
D2 – Pesto

Portfolio

Démo



Évolutions



+16 : 7 MCF, 7 CR, 2 PR 16 permanents sur 44 (36%) sont nouveaux

1 MCF → PR

-4 : 2 MCF, 1 CR, 1 DR

→ promos PR → reconversion → DCR Inria

	Soutenues	En cours
Thèses	35	33

Transfert

Logiciels MPFR, Belenios, CGAL, IceSL, Geogram, HCRoots, etc.
arithmétique *vote* *triangulations* *3D printing* *maillages* *polynômes*

Start-up Tessael Maillages & géologie, création 2020 – Lauréat i-Lab 2022

Partenaires industriels

18 contrats entreprises

7 CIFREs

Crypto : Thales, Canton de Genève, Swiss Post, Ministère de la défense, etc.

Maillages : CEA, Total, Schlumberger, etc. Médical : GE Healthcare

Impression 3D : AddUp (Michelin et Fives) Géométrie : Geometry Factory, MapleSoft

Enseignement

Responsabilités enseignement

M1, M2 Parcours AVR et SIRAV, 2 Licences, dipl. ingé SIR, FabLab, etc.

Responsabilités Formation par la Recherche

ED-IAEM, FpR Inria, Comipers Inria, AFRIF, etc.

Reconnaissance et
Interprétation des Formes

Visibilité

Prix et distinctions

2 ERC (starting & PoC), 1 IUF jnr, 1 Fulbright

4 prix de thèse (UL, DGA, GDR IG-RV, Gilles Kahn/SIF)

1 prix L'Oréal-UNESCO

8 best papers

2 “bug bounties”, 5 records en crypto

Invited talks 59 internationals dont 5 keynotes, 29 nationals

Publications 190 journaux, 200 conférences, 3 brevets
(internat.) (internat.)

21 TOG/SIGGRAPH

Contrats 18 ANR (8 coordinateurs)

11 contrats “académiques” (FUI, PEPS, CPER, etc.)

Grand public France Culture, France 3, Binaire (Le Monde) x2

Clap d'argent 2019 (Je filme le métier qui me plaît) Lycée Coubertin

Articles de vulgarisation : RSA, Anti-Covid, Réalité augmentée, Jan van Eyck

Responsabilités PCs, Steering comm., journal editors, etc.

CA de l'AFIG & SIF, CS du GdR IM, Comité de direction du GdR IG-RV