

Candidature à l'Université de Lille

*Modélisation multi-échelle des matériaux, surfaces et interfaces
en lien avec leurs performances mécaniques*

Poste MCF n°252514 – Section 60

F. Loiseau

flavien.loiseau@ensta.fr

20 mai 2025

Parcours et projets d'intégration

1. Cursus
2. Activités et projet d'intégration en recherche
3. Activités et projet d'intégration en enseignement

Cursus

2011–2014 **BAC Technologique STI2D**

2014–2016 **CPGE Techniques et Sciences Industrielles**

2016–2020 **ENS Paris-Saclay**

- L3 pluridisciplinaire (GM, GC, GE)
- M1 Mécanique des Matériaux et des Structures
- M2 Formation à l'Enseignement Supérieure en Mécanique
- M2 Mécanique des mAtériaux pour l'inGénierie et l'Intégrité des Structures

Cursus

2011–2014 **BAC Technologique STI2D**

2014–2016 **CPGE Techniques et Sciences Industrielles**

2016–2020 **ENS Paris-Saclay**

- L3 pluridisciplinaire (GM, GC, GE)
- M1 Mécanique des Matériaux et des Structures
- M2 Formation à l'Enseignement Supérieure en Mécanique
- M2 Mécanique des mAtériaux pour l'inGénierie et l'Intégrité des Structures

2020–2023 **Thèse au Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay**

Encadrée par Rodrigue Desmorat et Cécile Oliver-Leblond

2024–... **Post-doctorat à l'IMSIA (ENSTA)**

Encadré par Véronique Lazarus

Recherche (thèse)

2020–2023

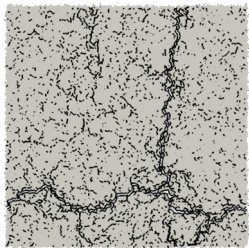


Formulation de l'endommagement anisotrope des matériaux et structures quasi-fragiles basée sur la simulation discrète de la fissuration

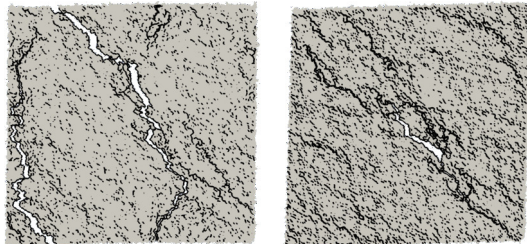
R. Desmorat, C. Oliver-Leblond

1 article, 2 conférences internationales, 1 conférence nationale, 2 GdR.

Dataset of effective elasticity tensors



Discrete cracking simulations



Dataset analysis

Anisotropy analysis

$$\Delta_{\Sigma}(\mathbf{E}) = \min_{\mathbf{E}^* \in \Sigma} \frac{\|\mathbf{E} - \mathbf{E}^*\|}{\|\mathbf{E}^*\|}$$

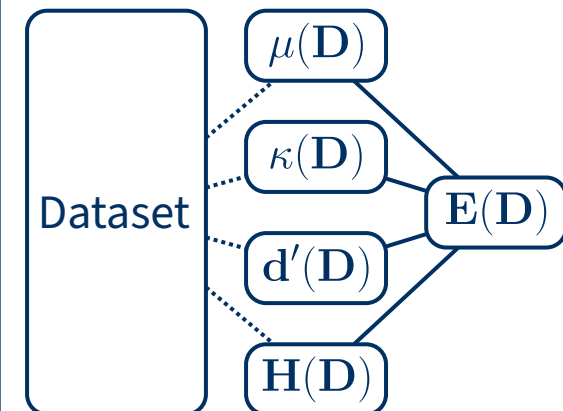
Damage variable definition

$$\mathbf{D} = \mathbf{1} - \frac{1}{2\kappa_0} \text{tr}_{12}(\mathbf{E})$$

Modelling

Harmonic decomposition

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{E}(\mathbf{D}) : \boldsymbol{\varepsilon}$$



Recherche (post-doctorat)

2024–Présent

ENST2

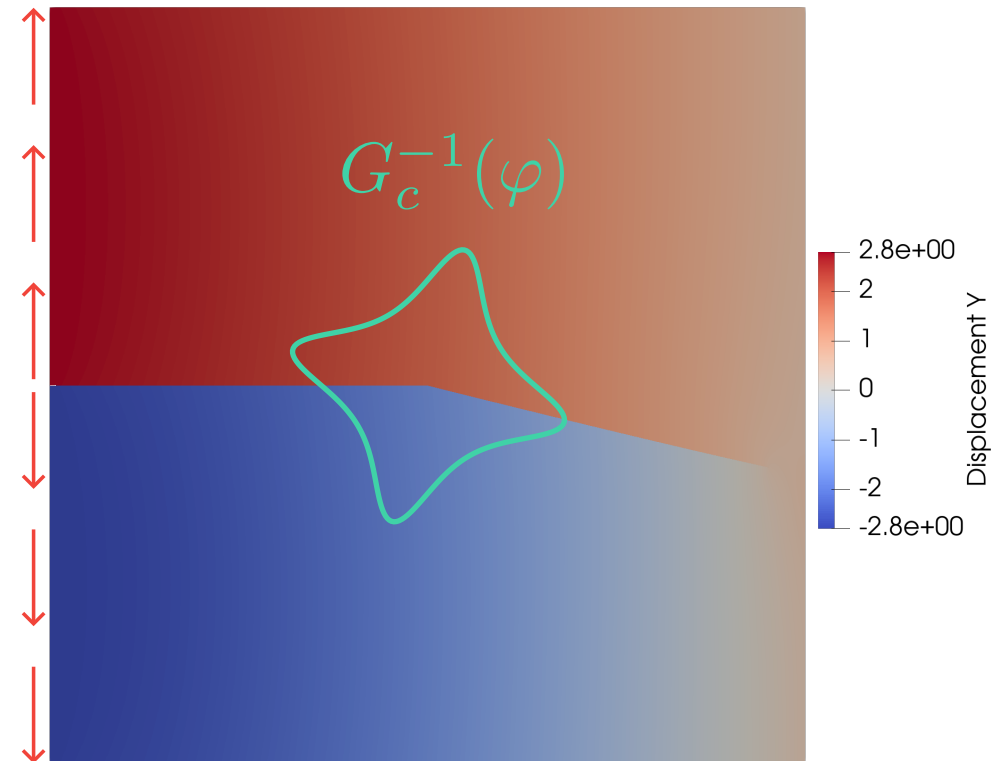
Theoretical and numerical study of crack propagation
in heterogenous and/or anisotropic materials

V. Lazarus

1 article, 2(+2) conférences internationales, 1(+1) conférence nationale.

Contributions variées

- Biais numériques en champ de phase
 - Fissures initiales (Loiseau & Lazarus, 2025)
 - Anisotropie induite par le maillage
- Modèles de fissuration anistrophe
 - Mécanique de la rupture classique
 - Fissuration par champ de phase
- Fissuration en milieux hétérogènes
- Méthodes de *path-following* (*arc-length*)
- Dialogue experimental fort



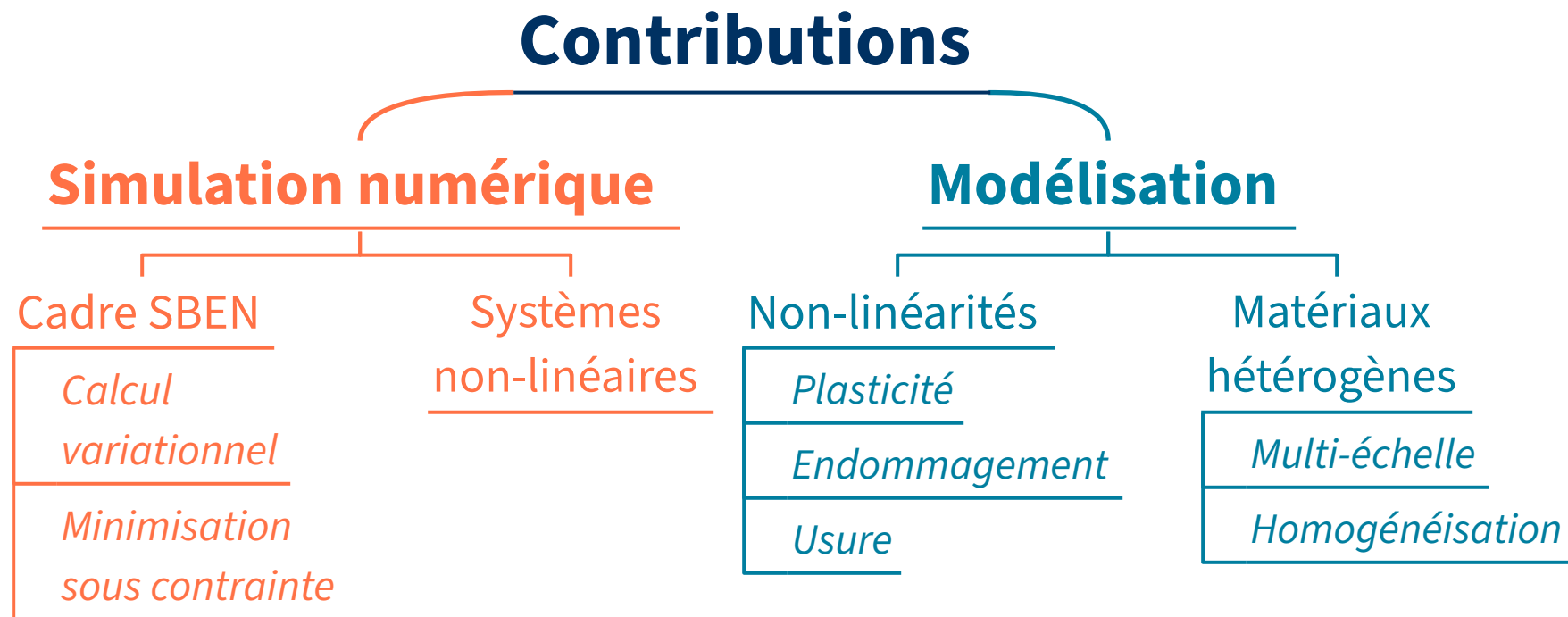
Projet d'intégration en recherche

Équipes COREFoU et MuFrein du LaMcube.



Objectif

Développer des modèles théoriques et numériques pour les systèmes mécaniques dissipatifs.



Intégration : Principe SBEN (Buliga & Saxcé, 2016)

Collaborations envisagées : A. Oueslati, P. Gosselet.

Formulation variationnelle du principe SBEN

L'évolution $z(t)$ d'un système dynamique est régie par un problème de **minimisation sous contraintes**.

Caractéristiques

Cadre généralisé espace-temps
Basé sur la géométrie symplectique



Besoin de développer des méthodes numériques adaptées

Développements récents

- Numériques : Matériaux Standards Généralisés (Cao et al., 2023)
- Théoriques : Lois non-associées par bipotentiels (Harakeh et al., 2024)

Perspectives

- Comportements non-associés
- Calcul intensif

Intégration envisagée

- Intégration dans l'ANR BigBen
- Développements et encadrement de stage
- Co-encadrement de thèse
- Outils : FEniCSx & Mosek / FreeFEM++ & Ipopt.

Autres contributions envisagées

Plasticité et fatigue des matériaux

Modèle de plasticité cristalline à gradient

Micro-structure explicite réelle

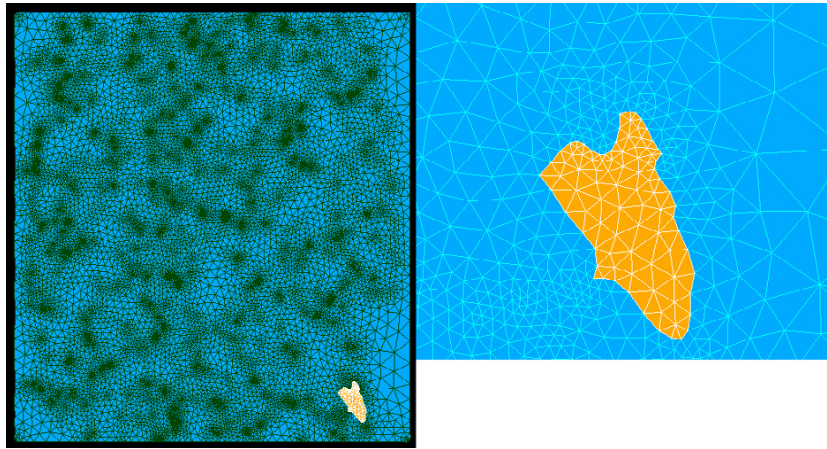


Illustration de CristalX par Csati et al. (2021).

Études possibles

Analyse limite

Effet de gradient de μ -structure

Extensions

Homogénéisation vers un modèle macro

Intégration dans le cadre SBEN

Autres contributions envisagées

Plasticité et fatigue des matériaux

Modèle de plasticité cristalline à gradient

Micro-structure explicite réelle

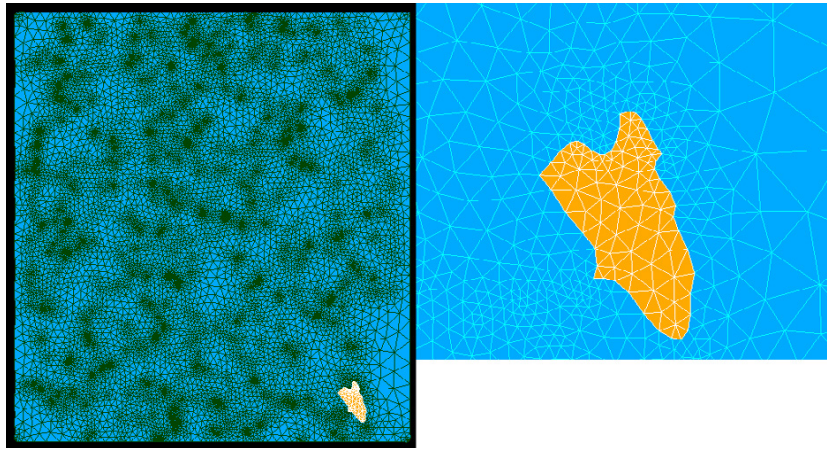


Illustration de CristalX par Csati et al. (2021).

Études possibles

Analyse limite

Effet de gradient de μ -structure

Extensions

Homogénéisation vers un modèle macro

Intégration dans le cadre SBEN

Modélisation de l'usure

Modèles numériques continus

Thermique, Plasticité, Endommagement.

Tribo-oxidation.

Échelle de la μ -structure

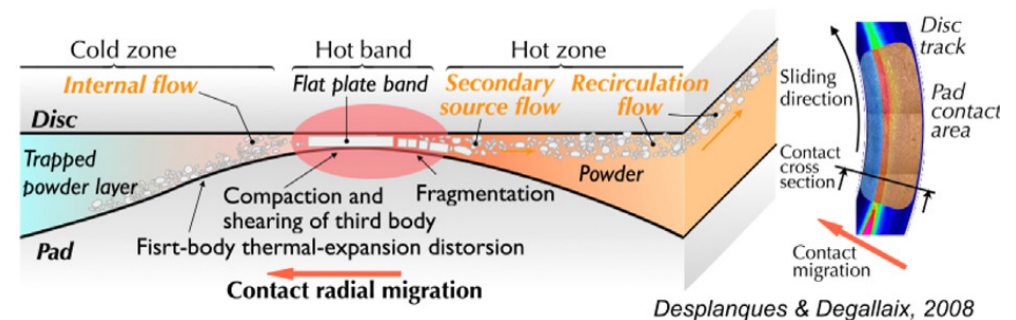
Modèle continu/discret hétérogène.

Extensions

Bilan énergie/matière

Étude du circuit tribologique

Intégration dans le cadre SBEN



Zone de contact lors du freinage (Frangieh et al., 2025).

Responsabilités en recherche

Expériences d'encadrement

2022 – Projet recherche M1 – *A. Marlot*
2023 – Stage M2 – *L. Védrine*
2024 – Stage M1 – *A. Ecotière*
2025 – Stage M1 – *Y. M. V. Epongue Djeugoue*

Animation scientifique

Organisation de séminaires :

- COMET au LMPS (2 ans)
- IMSIA/LMI/LADHYX/LMS (lancement)

Développements numériques

- Maîtrise d'outils (langages, forges, etc.)
- Contributions/gestions de code collaboratifs

Autres

- Sensibilité pour les sciences ouvertes 

Activités d'enseignement

Avant 2020 **Divers**

Aide aux devoirs (pour lycéens)

Interventions l'IUT de Cachan (M2E FESup)

2020–2023 **Mission d'enseignement** – ENS Paris-Saclay – L3 et M1 Génie Civil

Méthodes Numériques, Mécanique des Fluides, Propagation d'ondes, Matlab.

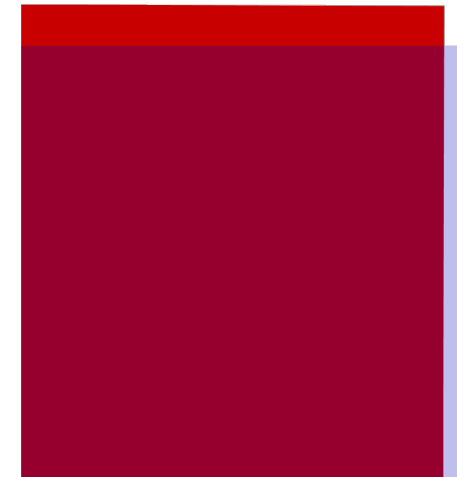
2024 **Vacation** – ENSTA – L3 et M1 Mécanique

MMC solide élastique, Comportements non-linéaires, Fatigue, Rupture.

Évolution des formations

- Sujet de TD de Méthodes Numériques
- Supports TP et Examen de Mécanique de la rupture en FEniCSx

Déformée



Adéquation au profil recherché

Département de Mécanique de la Faculté des Sciences et Technologies



Profil recherché

Programmes de Licence et Master

Expérience et Compétences Générales

Mécanique des solides

Aspects théoriques et numériques

Anglais

Type enseignements visés

Mécanique des milieux continus

Lois de comportement non linéaires

Fatigue et la fiabilité des structures

Méthodes numériques en mécanique des solides

Adéquation

Expériences en IUT/L3/M1

Formation, Expériences et Recherche

Formation, Expériences et Recherche

Formation, Niveau C1

Expériences

ENS Paris-Saclay et ENSTA

ENSTA (+ Recherche)

ENSTA

ENS Paris-Saclay

Intégration dans les formations de la FST

 **Licence Sciences Mécaniques et Ingénierie**

 **Master Mécanique**

 **Modéliser un système mécanique**

Bases de la mécanique des milieux continus (L3 S5)

Lois de comportement (M1 S1)

Mécanique non linéaire des matériaux et endommagement (M2 S3)

 **Simuler numériquement un système mécanique**

Méthodes Numériques Élémentaires (L3 S5)

Simulation Numérique pour la Mécanique (M1 S2)

 **Master STRAINS**

Semestre 1

Constitutive Laws

Continuum Mechanics

Semestre 3

Limit Analysis and Shakedown

Advanced Composite Materials

Évolution des formations & Innovation pédagogique



Maîtrise d'outils numériques variés

Programmation, calcul scientifique, supports.

Contributions envisagées

- Pédagogie inductive
 - Classes inversées*
 - Activités de mise en situation*
- Intégration enjeux sociétaux
 - Intelligence artificielle*
 - Aspects environnementaux*
- Internationalisation
- À terme, responsabilités pédagogiques

Évolution des formations & Innovation pédagogique



Maîtrise d'outils numériques variés

Programmation, calcul scientifique, supports.

Contributions envisagées

- Pédagogie inductive

Classes inversées

Activités de mise en situation

- Intégration enjeux sociétaux

Intelligence artificielle

Aspects environnementaux

- Internationalisation

- À terme, responsabilités pédagogiques

Exemple de mise en situation

- Thèmes

Comportement non-linéaire

Traitement de données

- Étapes

1. Analyses de données

2. Selection d'une loi de comportement

3. Identification des paramètres

- Extensions possibles

Mesures expérimentales

Modélisation automatisée

Calcul de structure

- Outils envisagées

Python (numpy, pandas, matplotlib)

MFront

Mise en situation pédagogique

« La mise en situation pédagogique portera sur l'introduction d'un exemple de comportement non linéaire face à des étudiants de *niveau M1* maîtrisant la mécanique des milieux continus et l'élasticité linéaire. »

Proposition

Introduction à la plasticité

Approche inductive

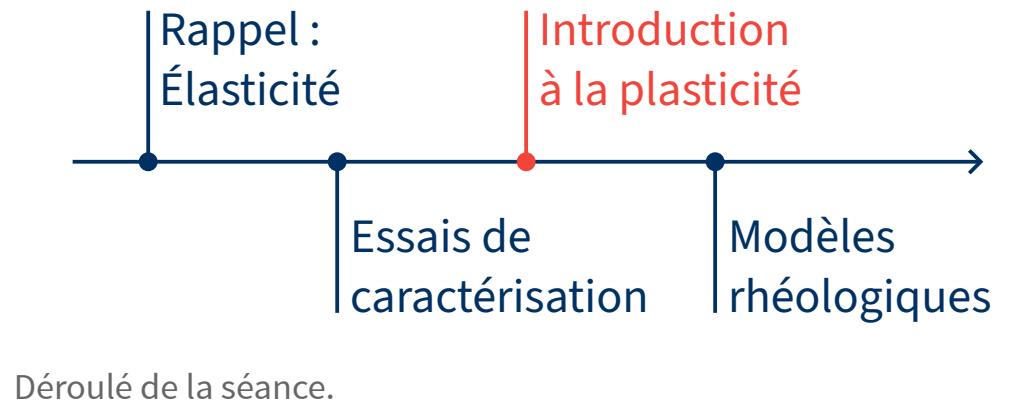
Remarque

Petits effectifs (≤ 30 élèves)

Ex: format cours-TD intégré.

Ressources

- Mécanique des matériaux solides. (2009) Lemaitre, Chaboche, Benallal, & Desmorat.



Plasticité : Essai de traction uniaxiale

Cas monotone

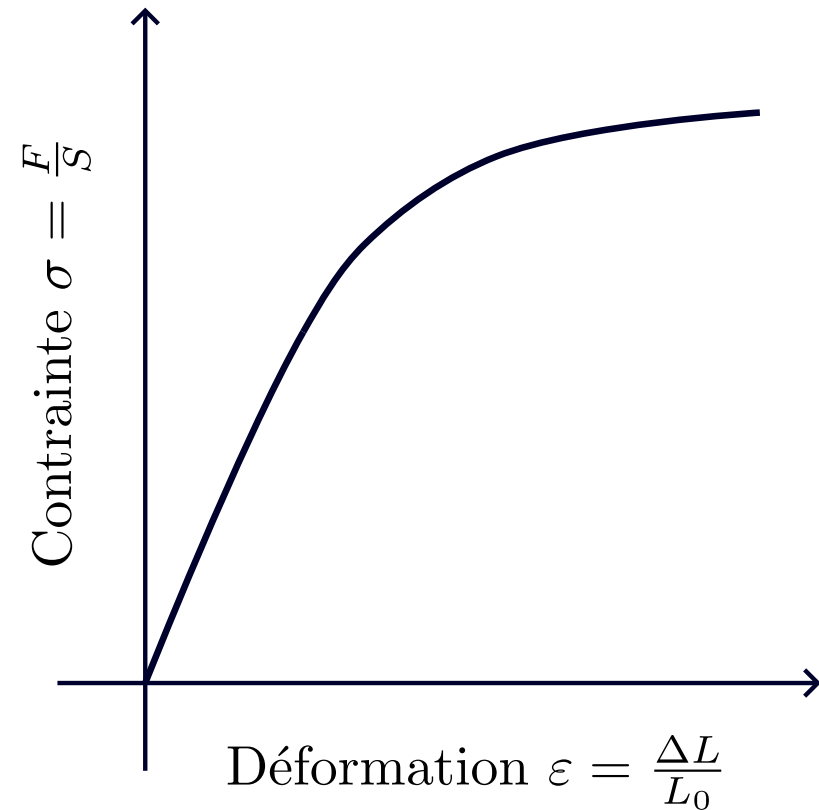
Les courbes de traction expérimentales ne sont généralement pas entièrement linéaires.

L'analyse des courbes expérimentales permet d'identifier des **éléments caractéristiques du comportement** que ces modèles devront représenter.

Exercice

- Identifier les éléments caractéristiques sur les courbes suivantes.

Indication : Partir de l'origine et suivre la courbe durant le chargement.



Courbe de traction 1 : Chargement de traction monotone uniaxiale idéalisée pour un comportement plastique.

Plasticité : Essai de traction uniaxiale

Cas monotone

Les courbes de traction expérimentales ne sont généralement pas entièrement linéaires.

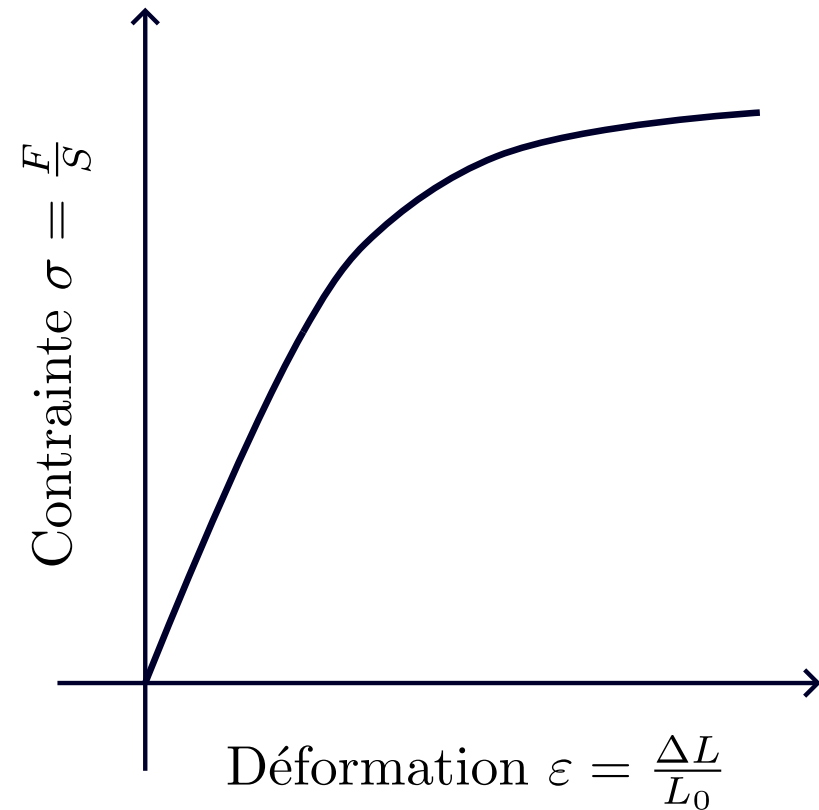
→ **Besoin de modèles non-linéaires.**

L'analyse des courbes expérimentales permet d'identifier des **éléments caractéristiques du comportement** que ces modèles devront représenter.

Exercice

- Identifier les éléments caractéristiques sur les courbes suivantes.

Indication : Partir de l'origine et suivre la courbe durant le chargement.



Courbe de traction 1 : Chargement de traction monotone uniaxiale idéalisée pour un comportement plastique.

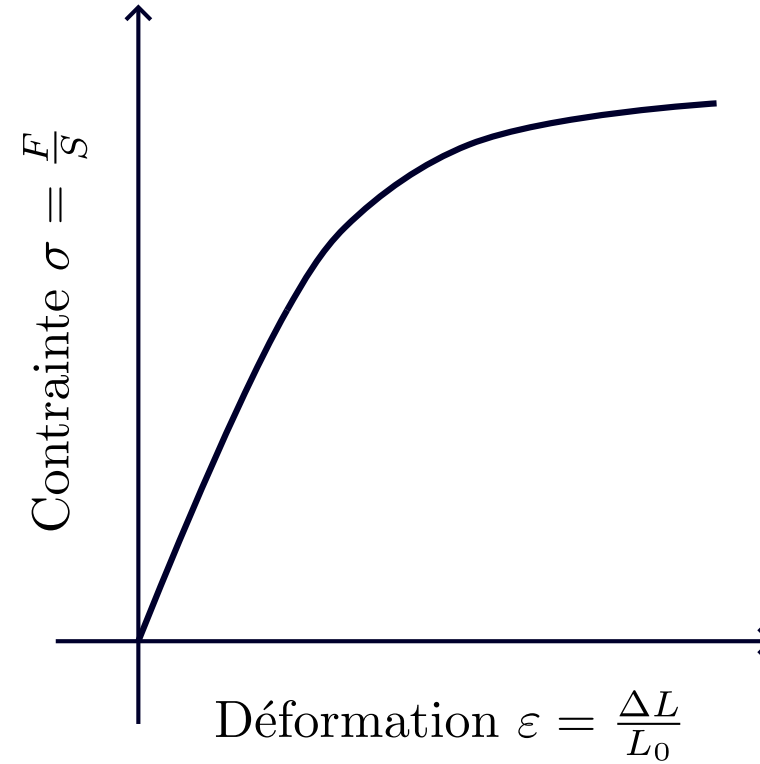
Plasticité : Essai de traction uniaxiale (charge)

Éléments caractéristiques

1.

2.

3.



Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (charge)

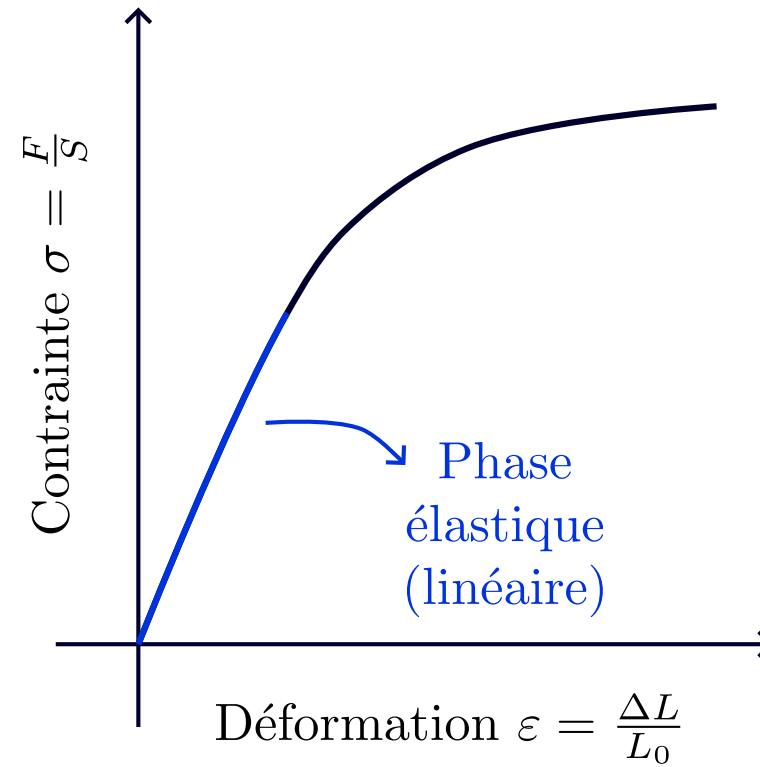
Éléments caractéristiques

1. Phase linéaire élastique

Utilisation de la loi de Hooke
paramétrée par E, ν .

2.

3.



Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (charge)

Éléments caractéristiques

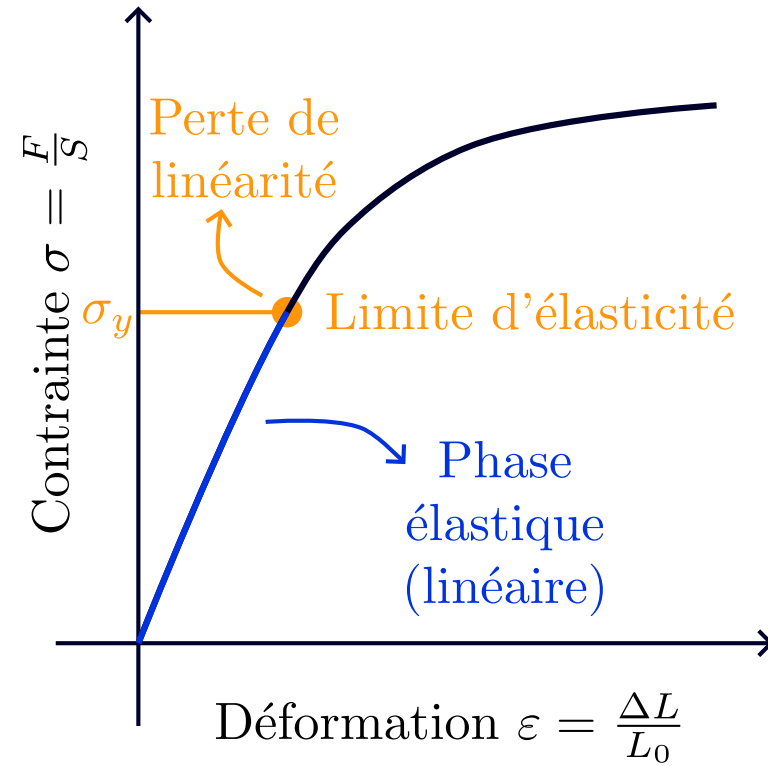
1. Phase linéaire élastique

Utilisation de la loi de Hooke
paramétrée par E , ν .

2. Perte de linéarité

Limite d'élasticité σ_y
(contrainte seuil)

3.

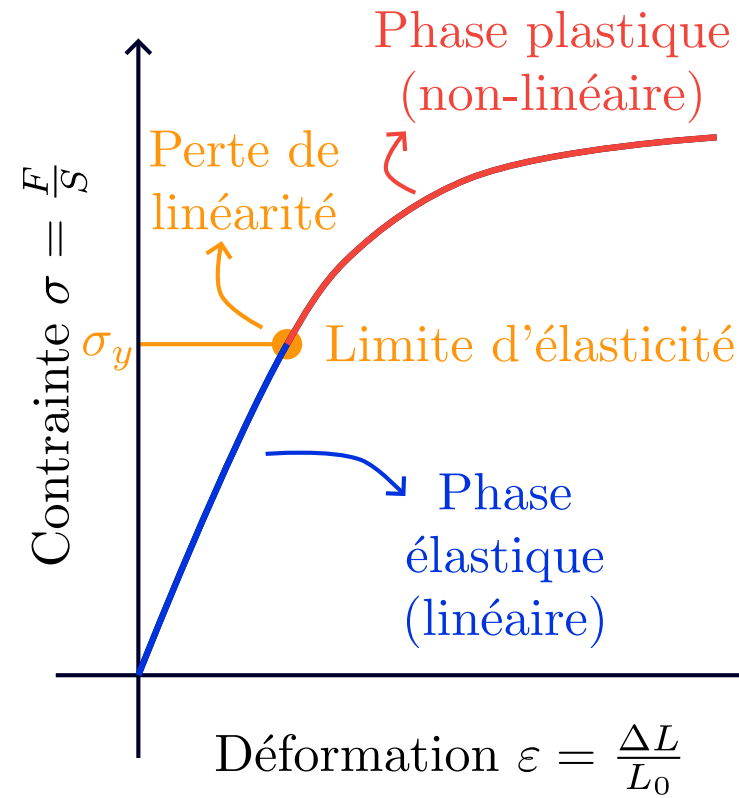


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (charge)

Éléments caractéristiques

1. Phase linéaire élastique
Utilisation de la loi de Hooke
paramétrée par E, ν .
2. Perte de linéarité
Limite d'élasticité σ_y
(contrainte seuil)
3. Phase plastique non-linéaire

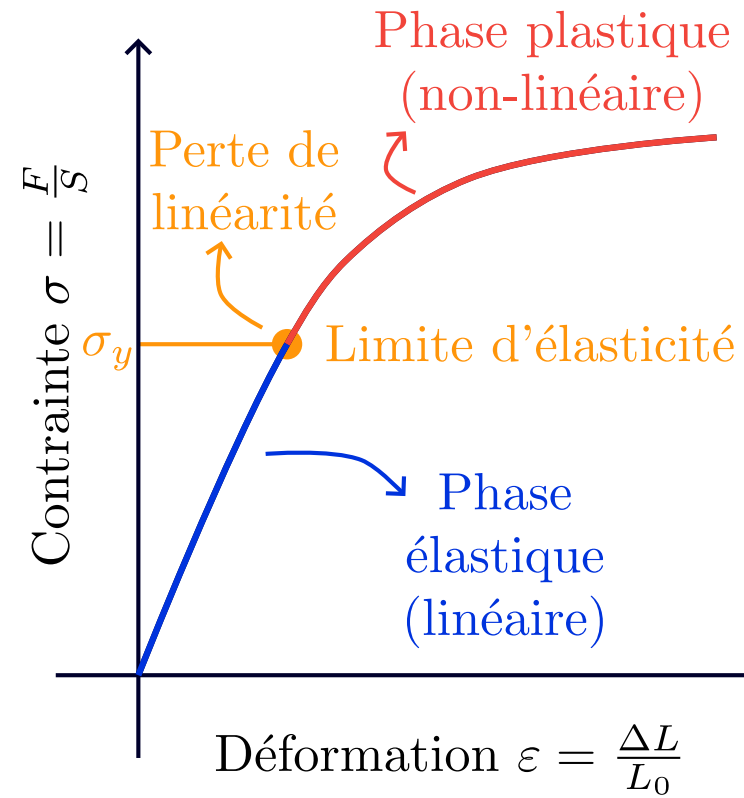


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (charge)

Éléments caractéristiques

1. Phase linéaire élastique
Utilisation de la loi de Hooke
paramétrée par E, ν .
2. Perte de linéarité
Limite d'élasticité σ_y
(contrainte seuil)
3. Phase plastique non-linéaire



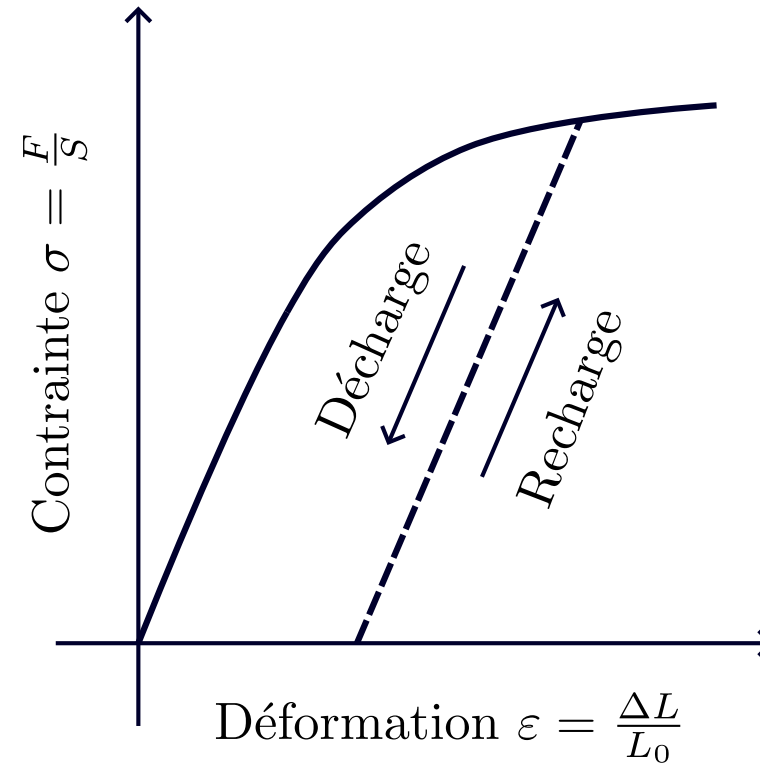
Bilan

Lorsque que la limite d'élasticité est atteinte, le comportement devient non-linéaire. L'élasticité n'est alors plus suffisante pour décrire le comportement du matériau.

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (décharge)

Éléments caractéristiques

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

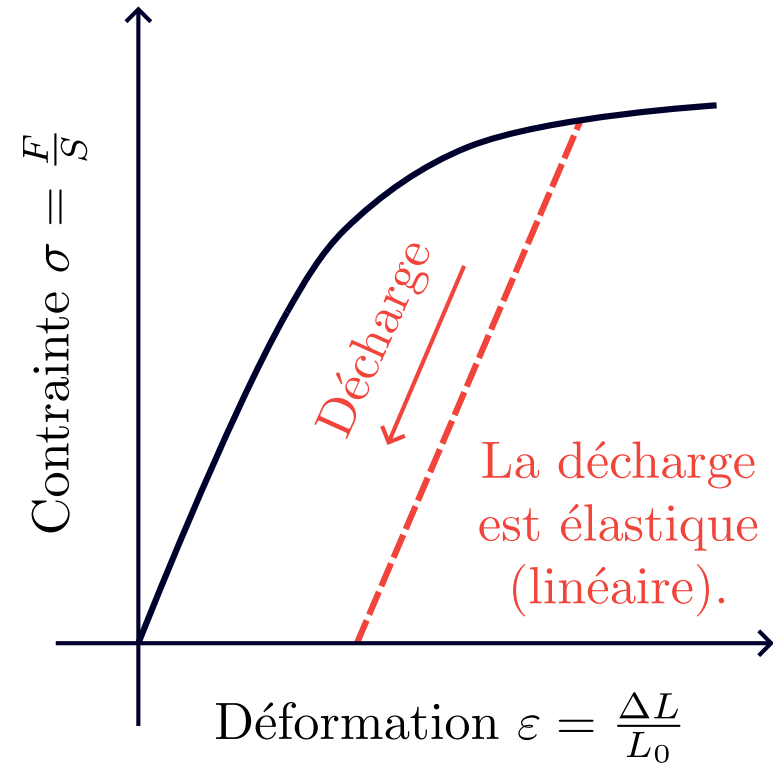


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (décharge)

Éléments caractéristiques

1. Décharge linéaire élastique
- 2.
- 3.
- 4.

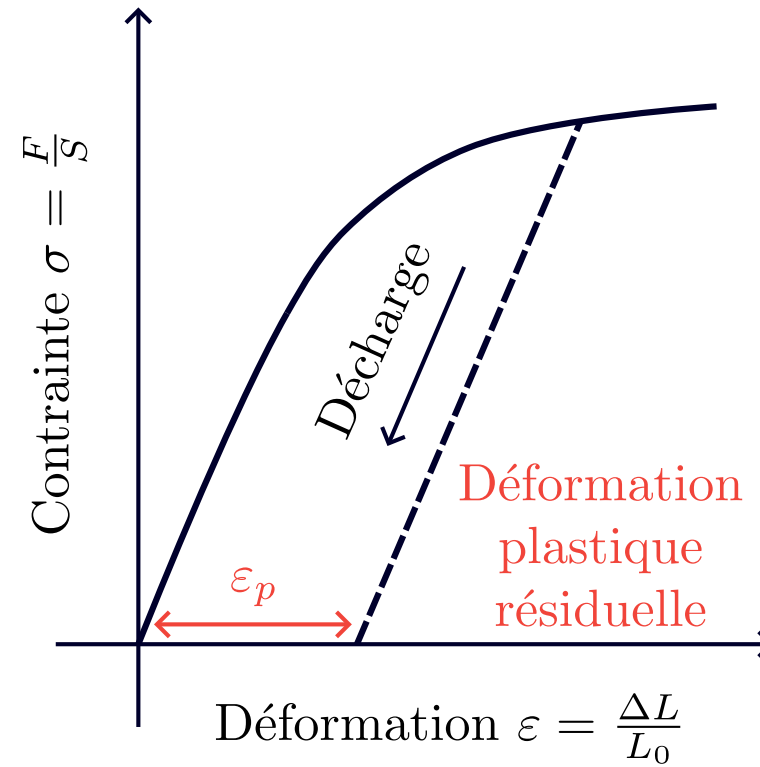


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (décharge)

Éléments caractéristiques

1. Décharge linéaire élastique
2. Déformation plastique ε_p
résiduelle à contrainte nulle.
- 3.
- 4.

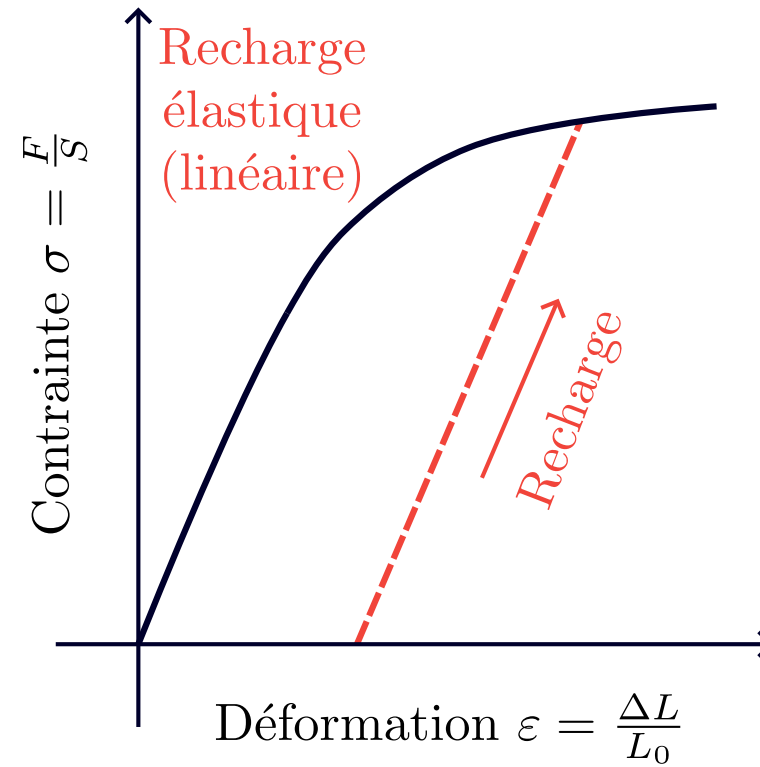


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (décharge)

Éléments caractéristiques

1. Décharge linéaire élastique
2. Déformation plastique ε_p
résiduelle à contrainte nulle.
3. Recharge linéaire élastique
- 4.

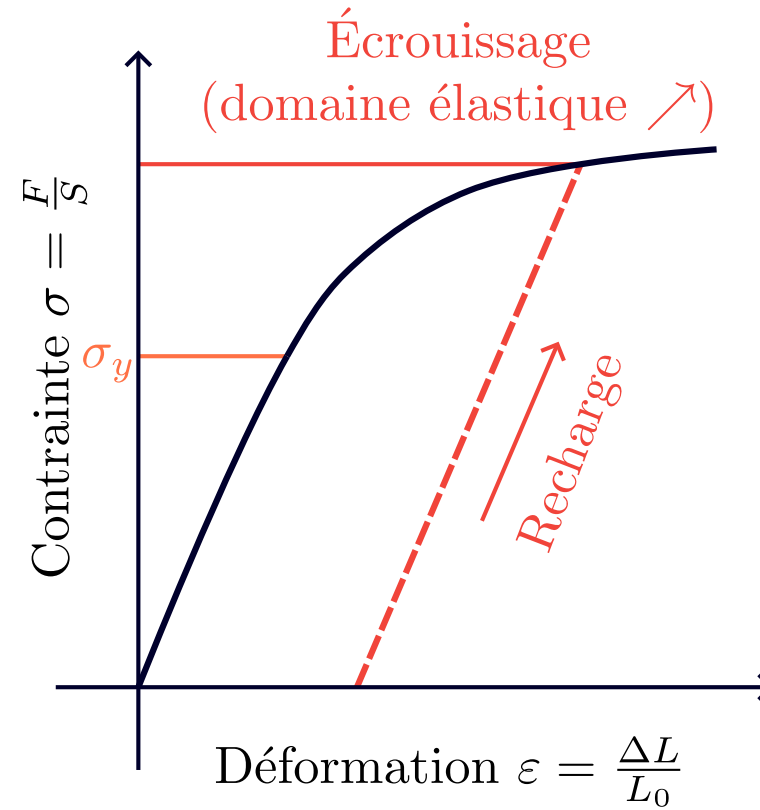


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (décharge)

Éléments caractéristiques

1. Décharge linéaire élastique
2. Déformation plastique ε_p
résiduelle à contrainte nulle.
3. Recharge linéaire élastique
4. Domaine élastique modifié
Mécanisme : Écrouissage

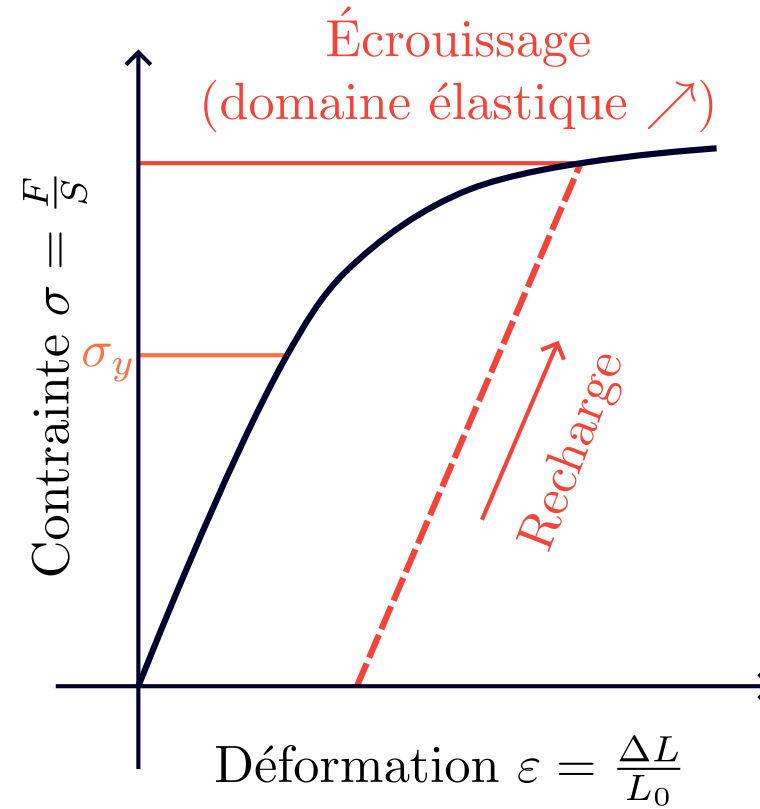


Bilan

Plasticité : Essai de traction uniaxiale (décharge)

Éléments caractéristiques

1. Décharge linéaire élastique
2. Déformation plastique ε_p
résiduelle à contrainte nulle.
3. Recharge linéaire élastique
4. Domaine élastique modifié
Mécanisme : Écrouissage



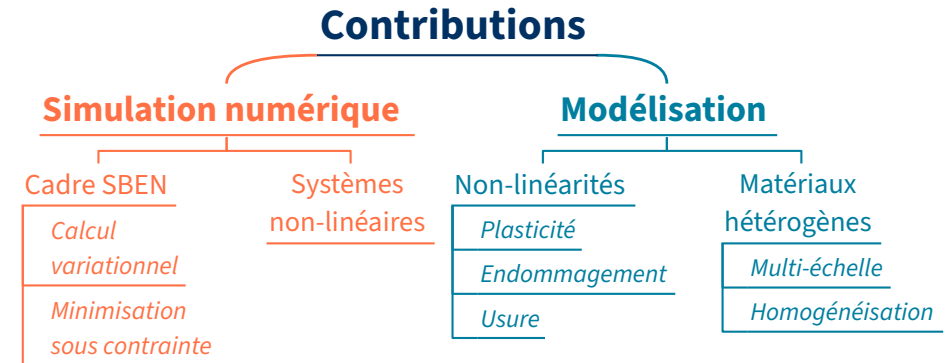
Bilan

Lors d'une décharge dans la phase plastique, le comportement est linéaire. Cependant, le domaine élastique est modifié (écrouissage) et une déformation plastique irréversible ε_p se développe.

Synthèse profil – Flavien Loiseau

Recherche

- Simulation numérique
- Modélisation comportement matériau



Enseignement

- Formation à l'enseignement
- Expériences L3/M1
- Évolution des formations
 - *Pédagogie inductive*
 - *Internationalisation*

🎓 Licence Sciences Mécaniques et Ingénierie

🎓 Master Mécanique

🎯 Modéliser un système mécanique

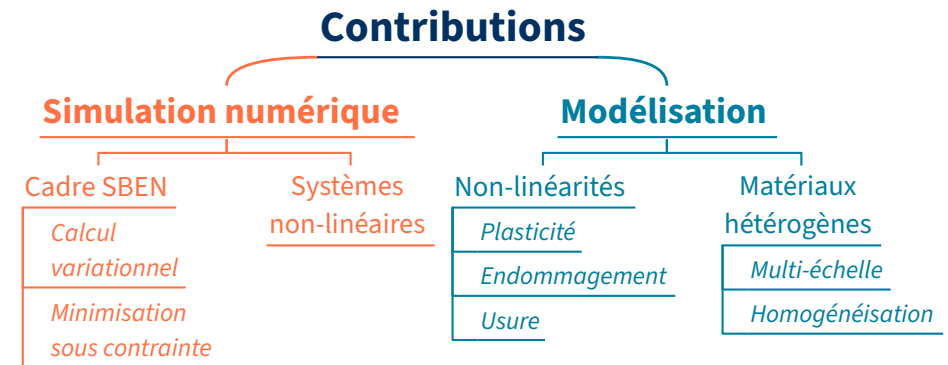
🎯 Simuler numériquement un système mécanique

🎓 Master STRAINS

Synthèse profil – Flavien Loiseau

Recherche

- Simulation numérique
- Modélisation comportement matériau



Enseignement

- Formation à l'enseignement
- Expériences L3/M1
- Évolution des formations
 - *Pédagogie inductive*
 - *Internationalisation*

🎓 Licence Sciences Mécaniques et Ingénierie

🎓 Master Mécanique

🎯 Modéliser un système mécanique

🎯 Simuler numériquement un système mécanique

🎓 Master STRAINS

Merci pour votre attention !

References

References

- Buliga, M., & Saxcé, G. de. (2016). A symplectic BrezisEkelandNayroles principle. *Mathematics and Mechanics of Solids*, 22(6), 1288-1302. <https://doi.org/10.1177/1081286516629532>
- Cao, X., Oueslati, A., Nguyen, A. D., Stoffel, M., Markert, B., & Saxcé, G. de. (2023). A symplectic Brezis-Ekeland-Nayroles principle for dynamic plasticity in finite strains. *International Journal of Engineering Science*, 183, 103791. <https://doi.org/10.1016/j.ijengsci.2022.103791>
- Csati, Z., Witz, J.-F., Magnier, V., Bartali, A. E., Limodin, N., & Najjar, D. (2021). CristalX: Facilitating simulations for experimentally obtained grain-based microstructures. *SoftwareX*, 14, 100669. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2021.100669>
- Frangieh, J., Gira, A., Davin, E., Brunel, F., Al-Kaderi, R., Perdrix, E., Tomas, A., Henrion, M., Mann, R., Desplanques, Y., & Dufrénoy, P. (2025). Railway braking wear dynamics and particle emissions: Relationship between tribological circuit and pad design. *Wear*, 205854. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2025.205854>
- Harakeh, M., Ban, M., & Saxcé, G. de. (2024). *Symplectic bipotentials*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.23122>
- Lemaitre, J., Chaboche, J.-L., Benallal, A., & Desmorat, R. (2009). *Mécanique des matériaux solides*. Dunod. <http://international.scholarvox.com/book/45006304>
- Loiseau, F., & Lazarus, V. (2025). *How to introduce an initial crack in phase field simulations to accurately predict the linear elastic fracture propagation threshold?* arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.03900>
- Védrine, L., Loiseau, F., Oliver-Leblond, C. écile, & Desmorat, R. (2025). Calibration of non-local damage models from full-field measurements: Application to discrete element fields. *European Journal of Mechanics - A/Solids*, 112, 105611. <https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2025.105611>

Recherche (projets/stages)

Projet + M1

Endo

Méth. Num.

M. Jirásek
ČVUT, Prague

O. Allix
LMT, Cachan

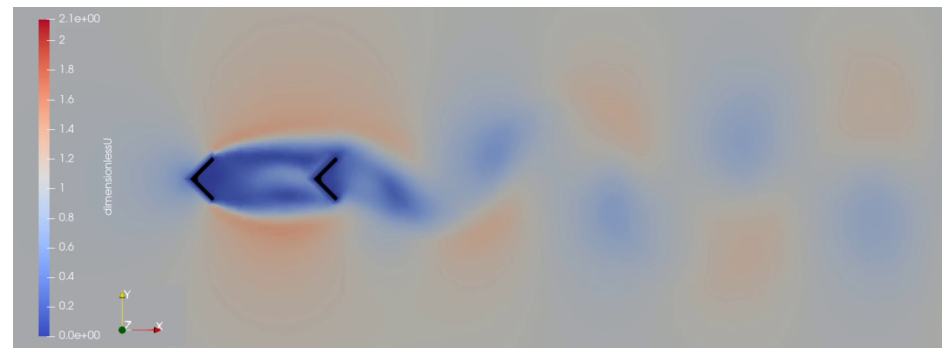
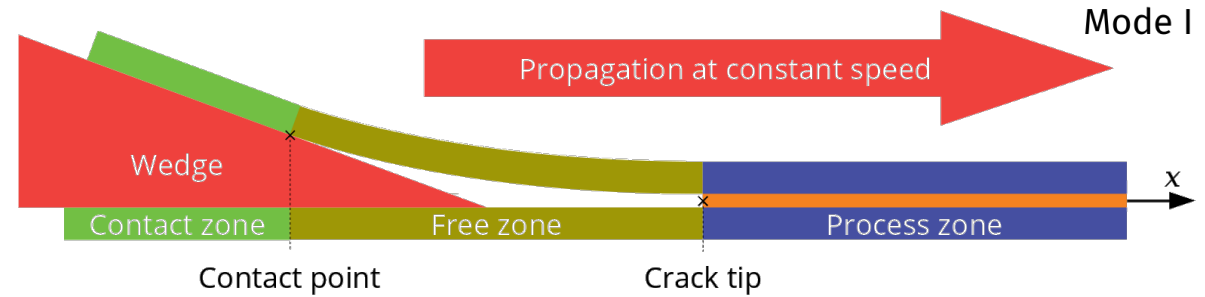
M2E FESup

Méth. Num.

Méca. Flu.

F. Hafid
RTE, Paris

S. Langlois
UdeS, Sherbrooke



M2R MAGIS

Fissuration

Méth. Num.

C. Maurini

SU, Paris

J. Hure

CEA, Saclay



Encadrement

2022 **Première Expérience Immersive de Recherche (M1) – A. Marlot**

Effet de la variabilité géométrique (meso-structure et fissuration) sur le tenseur d'élasticité effectif dans le modèle discret *beam-particle*

2023 **Stage de Recherche (M2) – L. Védrine**

Étude des effets de taille et de l'endommagement non-local dans les structures quasi-fragiles basée sur des simulations discrètes

1 article ([Védrine et al., 2025](#)), 1 présentation en Congrès Junior.

2024 **Stage Projet de Recherche (M1) – A. Ecotiere**

Simulation par champ de phase faiblement anisotrope de la fissuration dans un acier duplex imprimé en 3D.