



**HAL**  
open science

# Paramétrisation de fonction d'étalement du point par apprentissage génératif sur des mesures expérimentales

Theo Santos, Ferréol Soulez, Thomas Bodin, Olivier Flasseur

## ► To cite this version:

Theo Santos, Ferréol Soulez, Thomas Bodin, Olivier Flasseur. Paramétrisation de fonction d'étalement du point par apprentissage génératif sur des mesures expérimentales. GRETSI'25, Aug 2025, Strasbourg, France. <hal-05247877>

**HAL Id: hal-05247877**

**<https://hal.science/hal-05247877v1>**

Submitted on 10 Sep 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

## 1 Réduction d'échelle

### Modèles de manteau supérieur :

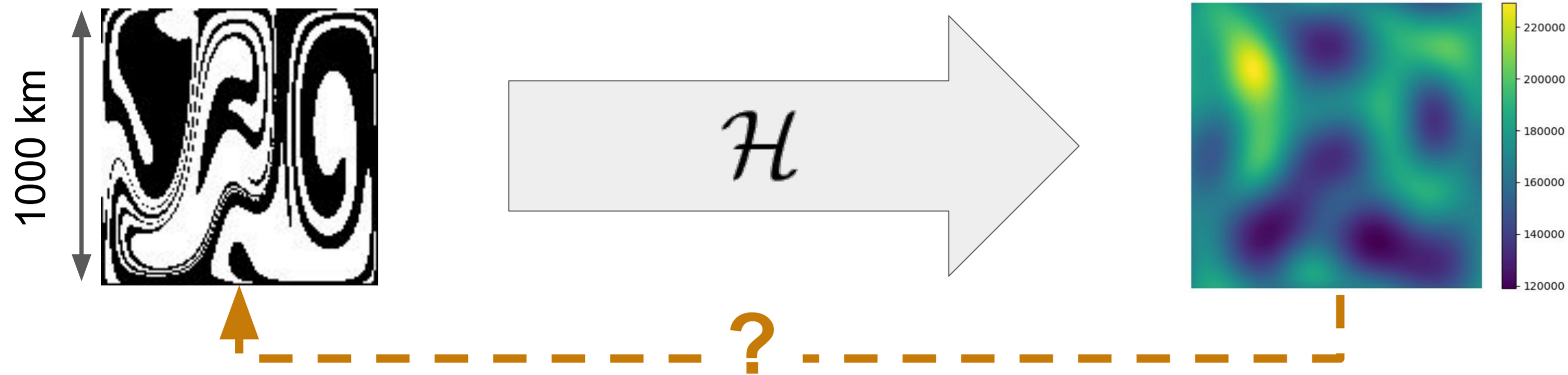
- Mélange convectif de deux phases (basalte + harzburgite)
- Hétérogénéités multiéchelles
- **A priori : structure en gâteaux marbrés (Allegre 1986)**
- Méthode de simulation numérique (Alder 2017)

### Problème direct :

- L'**homogénéisation** calcule un milieu effectif, pour une longueur d'onde donnée  $\lambda$
- = **opérateur tomographique**
- Propagation des ondes élastiques
- Stratification  $\rightarrow$  anisotropie

### Observations :

- Image lisse obtenue par tomographie sismique
- On les considère comme des observations



## Problème inverse : comment réduire l'échelle d'une image tomographique lisse ?

### Problématiques

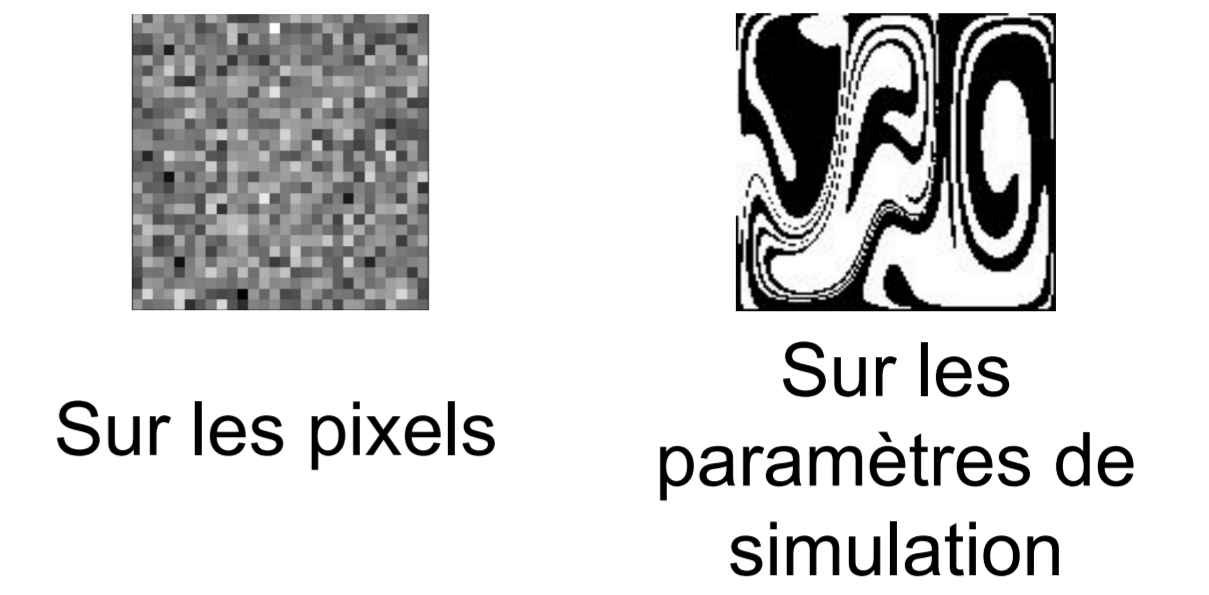
#### Paramétrisation

Comment paramétriser un modèle ?

- Dimensionnalité
- Temps de calcul
- Fonction d'erreur

#### Caractérisation

Comment restreindre l'exploration aux bonnes structures (a priori) ?



- **HD**
- **Rapide**
- **Lisse**

- **LD**
- **Lent**
- **Saccadée**

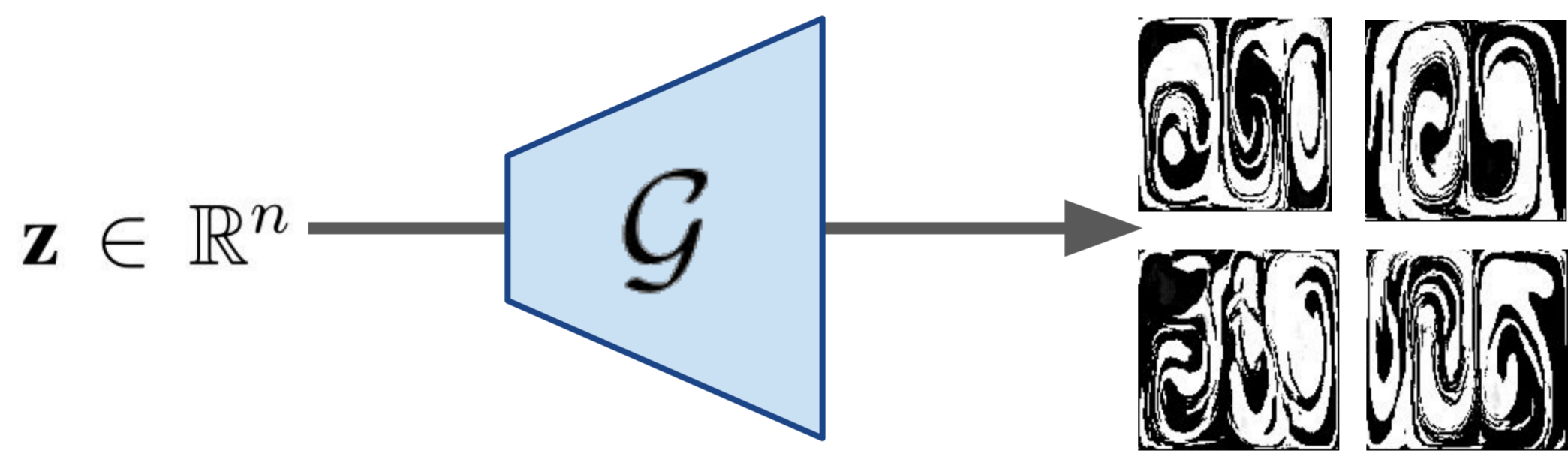
Pas de régularisation simple

Par construction, l'image EST un gâteau marbré

## 2 Méthode

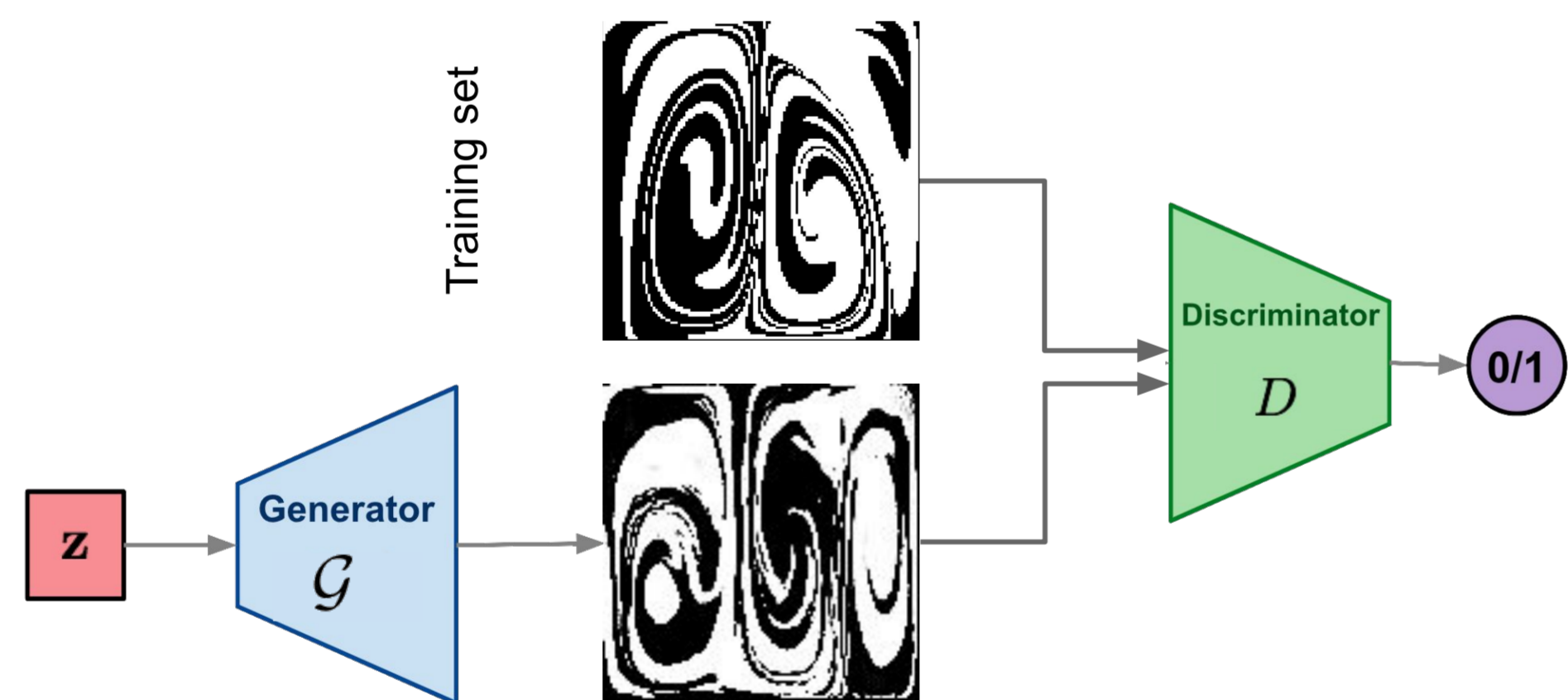
### Réseaux de neurones génératifs

Le réseau génère une image de gâteau marbré à partir d'un vecteur latent de petite dimension.



Entraînement d'un réseau avec un ensemble de gâteaux marbrés simulés :

- Le *discriminateur* apprend à différencier les "vrais" gâteaux marbrés des images générées.
- Le *générateur* apprend à générer des images "réalistes" en trompant le discriminateur



### McMC pour l'inversion

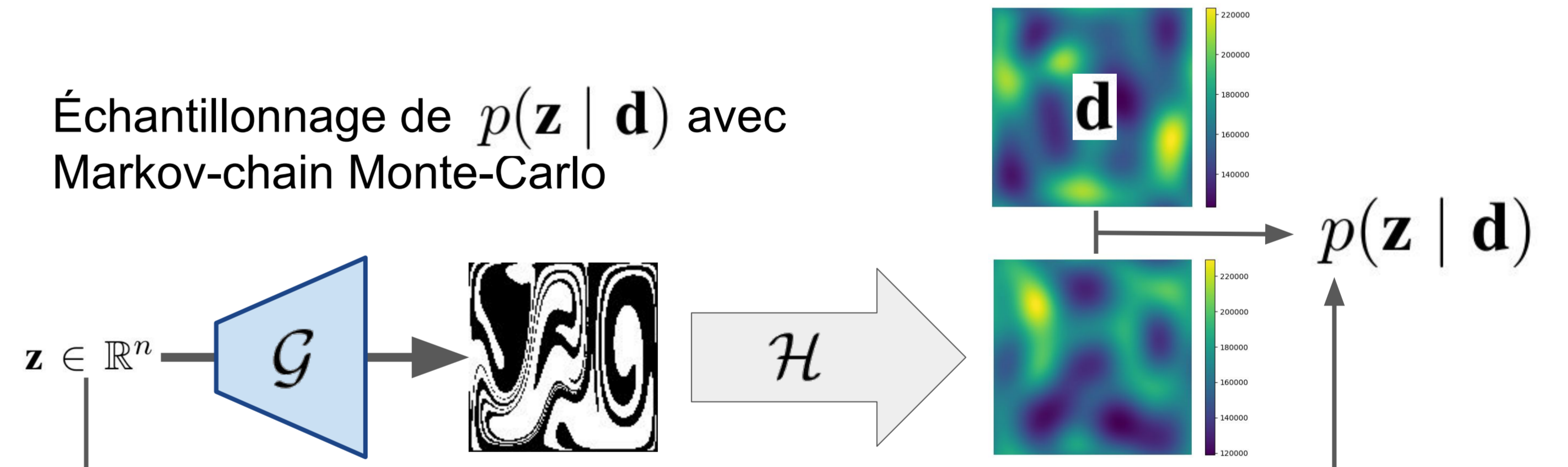
$$\mathbf{d} = \mathcal{H}(\mathcal{G}(\mathbf{z})) + \epsilon$$

Observation    Problème direct    Erreur

$$p(\mathbf{z} | \mathbf{d}) \propto p(\mathbf{z}) p(\mathbf{d} | \mathbf{z})$$

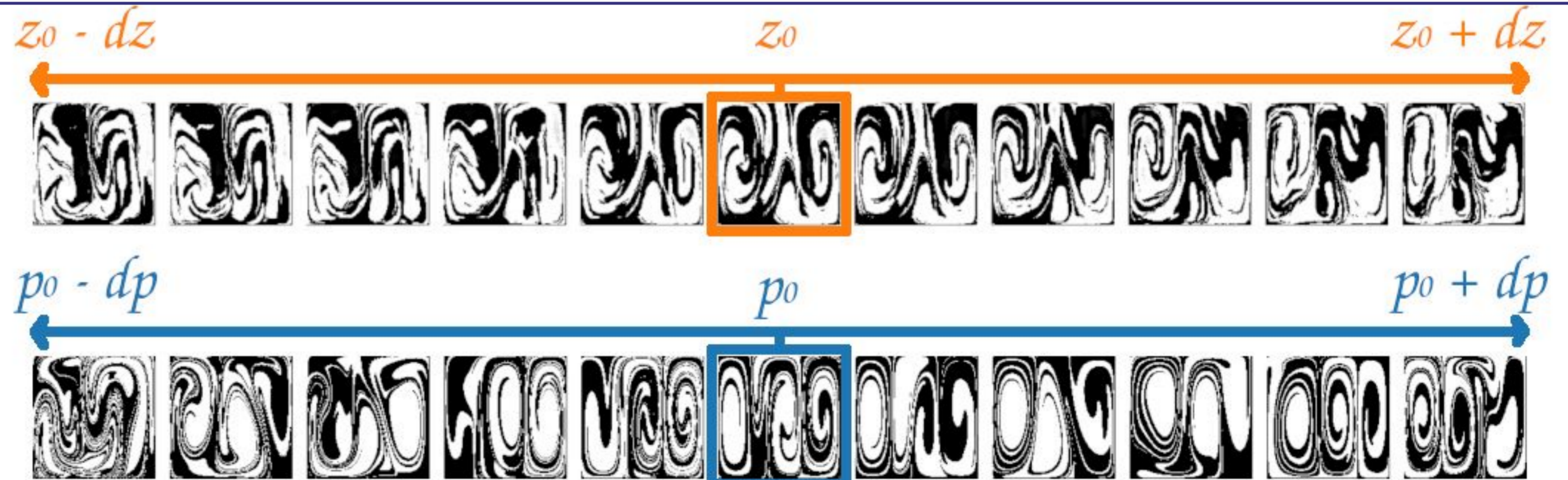
A priori  $\rightarrow \exp\left(-\frac{\|\mathbf{z}\|^2}{2}\right)$   
Vraisemblance  $\rightarrow \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{\|\mathbf{d} - \mathcal{H}(\mathcal{G}(\mathbf{z}))\|^2}{\sigma^2}\right)$

Échantillonnage de  $p(\mathbf{z} | \mathbf{d})$  avec Markov-chain Monte-Carlo



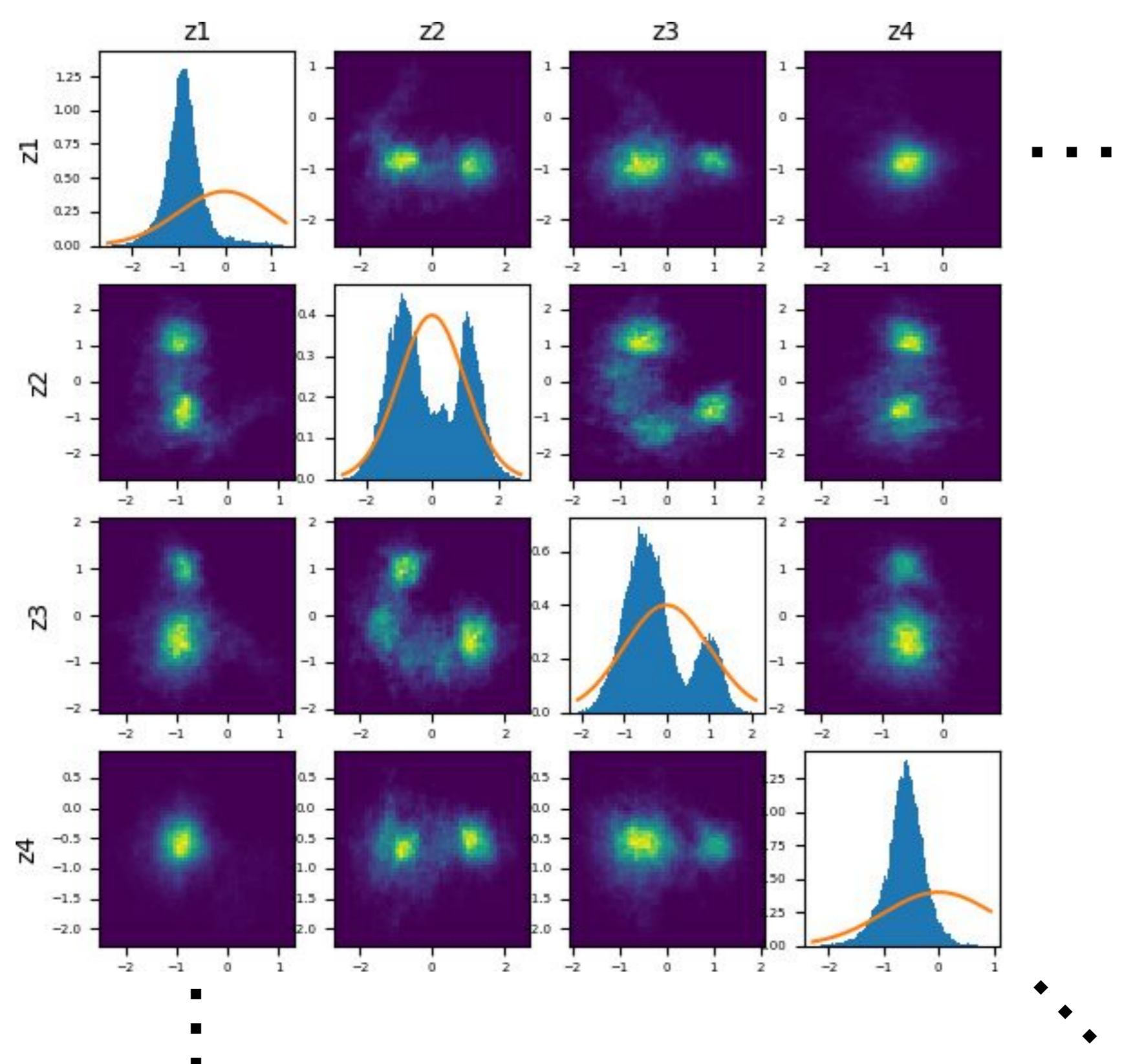
### Réponse aux problématiques

- L'espace latent est de **petite dimension**
- Les images générées sont **déjà des gâteaux marbrés**
- **Rapide** à générer (~ 2 ms vs ~ 3 s)
- Fonction d'erreur **lisse** en fonction de l'espace latent

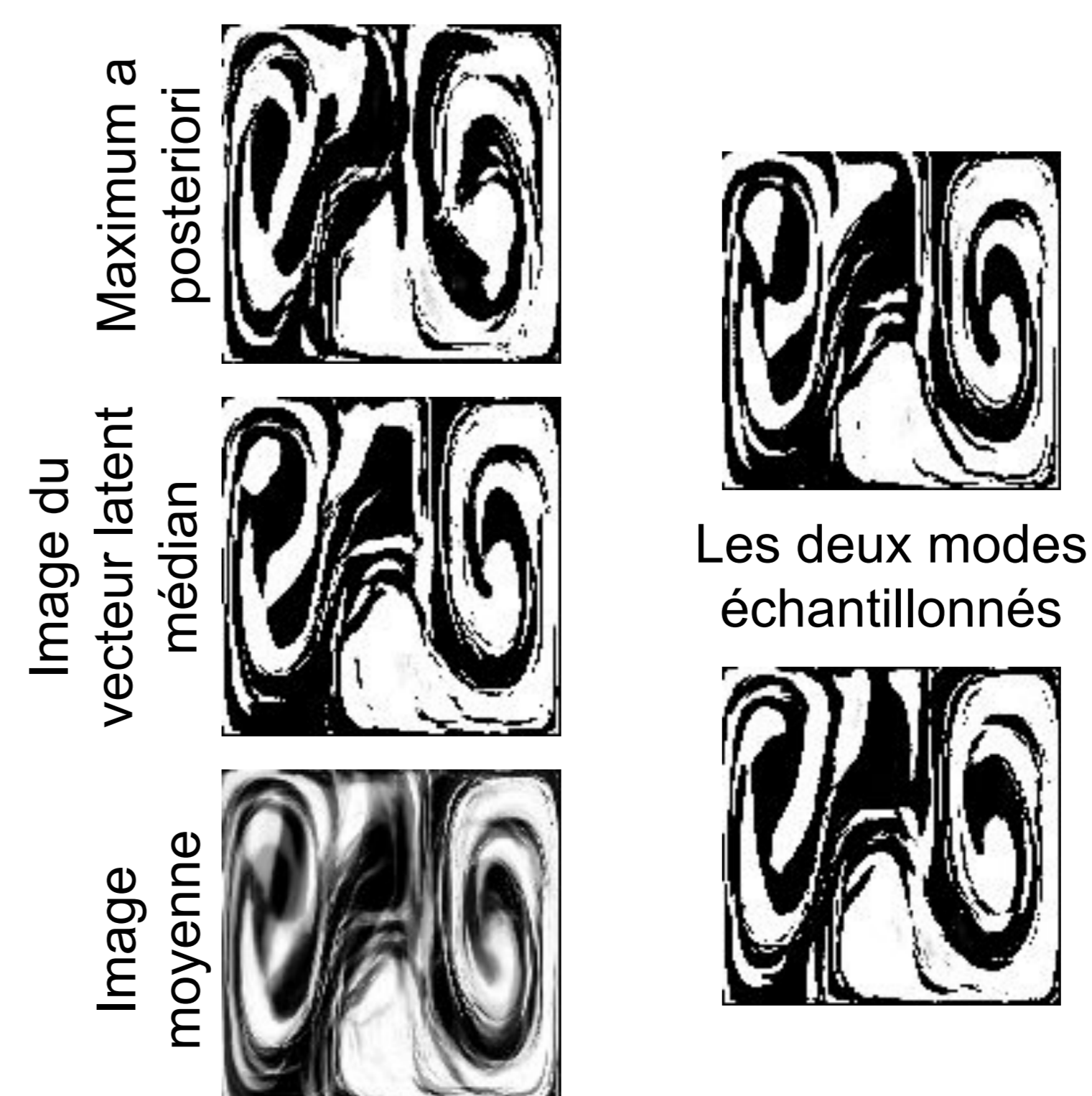


## 3 Résultats

### Échantillonnage McMC de $p(\mathbf{z} | \mathbf{d})$



### Images caractéristiques



### Autre $\lambda$

