

# CATALOGUE DE FORMATION 2026

Pour l'industrie minière



44 avenue de Valvins  
Avon, France



[www.geovariances.com](http://www.geovariances.com)  
[info@geovariances.com](mailto:info@geovariances.com)

# TABLE DES MATIÈRES

<b>À propos de Geovariances.....</b>	<b>2</b>
Qui nous sommes.....	3
Notre offre.....	3
Nos consultants .....	4
Politique en matière de voyages .....	4
<b>Commencez votre parcours en géostatistique minière .....</b>	<b>6</b>
Estimation des ressources minérales avec la géostatistique linéaire .....	7
<b>Améliorez vos compétences en géostatistique minière .....</b>	<b>10</b>
Estimation des ressources récupérables avec la géostatistique non linéaire.....	11
Les apports de la géostatistique à la classification des ressources .....	15
Modélisation géologique avec la géostatistique .....	17
Analyse de l'espacement entre trous de forage - DHSA .....	19
Théorie et pratique des statistiques multipoints (MPS) avec Isatis.neo .....	21
Apprentissage automatique appliqué aux géosciences et à l'industrie minière .....	24
Analyse des données, cartographie et modélisation des propriétés du sous-sol avec la géostatistique.....	26
<b>Développez vos compétences sur Isatis.neo et Isatis.py .....</b>	<b>29</b>
Isatis.neo : les fondamentaux .....	30
Isatis.neo : scripting .....	32
Isatis.py : atelier pratique .....	34

# À propos de Geovariances

# Qui nous sommes

Geovariances est un acteur de référence en géostatistique à l'échelle mondiale. Nous proposons des logiciels avancés, un accompagnement expert et des formations reconnues, le tout au service de projets industriels exigeants. Créeé en 1986 comme spin-off du Centre de Géostatistique de l'École des Mines de Paris, l'entreprise est depuis près de quarante ans à la pointe de l'innovation en géostatistique.

Notre approche, fondée sur la rigueur scientifique et l'excellence technique, s'appuie sur un partenariat historique avec le Centre de Géostatistique. Nous aidons les entreprises minières à améliorer leurs performances et à prendre des décisions éclairées grâce à une utilisation optimale des données. Nos solutions leur permettent d'évaluer différents scénarios, de mieux comprendre les complexités géologiques et de réduire les risques opérationnels.

Chez Geovariances, nous savons que les professionnels du secteur minier doivent sans cesse gagner en efficacité tout en maîtrisant l'incertitude. C'est pourquoi nos experts travaillent en étroite collaboration avec nos clients pour définir des approches géostatistiques adaptées à leurs enjeux. Nous leur fournissons des analyses fiables et directement exploitables, afin de renforcer la qualité et la confiance dans leurs décisions.

## Notre offre

### **ISATIS.NEO – TOUTE LA GÉOSTATISTIQUE DANS UNE SEULE PLATEFORME**

Isatis.neo est le logiciel de géostatistique phare de Geovariances, reconnu par les principaux acteurs de l'industrie pour sa puissance d'analyse, sa simplicité d'utilisation et sa transparence. Avec son interface conviviale, ses workflows intuitifs et ses algorithmes éprouvés, Isatis.neo offre une compréhension approfondie des projets de ressources minérales, tout en garantissant une parfaite auditabilité et reproductibilité des résultats.

Véritable référence sur le marché, Isatis.neo est la solution de géostatistique desktop la plus complète disponible aujourd'hui. Il intègre un large éventail de méthodes d'estimation et de simulation, permettant aux utilisateurs de répondre aux exigences techniques les plus élevées en matière d'évaluation des ressources et d'analyse des risques.

### **FORMATION, ÉTUDES & CONSEILS**

Geovariances propose un large choix de formations en géostatistique appliquée, animées par des spécialistes expérimentés, dotés d'une expertise métier approfondie. Que vous découvriez la géostatistique ou que vous souhaitiez approfondir vos connaissances en techniques de modélisation avancées, nos programmes de formation sont conçus pour renforcer à la fois votre compréhension théorique et vos compétences pratiques.

Nous offrons également des services de conseil et d'accompagnement personnalisés, notamment pour aider nos clients dans des domaines tels que :

- L'estimation des ressources minérales
- La stratégie de forage et d'échantillonnage
- L'analyse des incertitudes et des risques
- L'optimisation des workflows géostatistiques

Nos services sont proposés sur site, en ligne ou dans les locaux de Geovariances à Avon, France, afin de vous offrir un accès flexible à une expertise de tout premier niveau.

Pour en savoir plus : [Ressources techniques Geovariances](#).

## Nos consultants

Chez Geovariances, notre force réside dans l'expertise de nos consultants. Ce sont des professionnels hautement qualifiés, reconnus pour leur capacité à obtenir d'excellents résultats sur l'ensemble de la chaîne de valeur minière, de l'exploration et l'estimation des ressources jusqu'à la gestion de projet et l'optimisation des opérations.



### **Pedram Masoudi, Ph.D. – Consultant senior en géostatistique**

Expert dans la mise en œuvre d'Isatis.neo et en programmation Python, Pedram développe et applique des méthodes avancées pour intégrer et interpréter des données géologiques et géophysiques. Son expérience couvre l'estimation des ressources minérales selon les standards JORC, la caractérisation de réservoirs pétroliers, la modélisation géologique et diverses études géotechniques, ainsi que la cartographie de sols contaminés.



### **Roberto Rolo, Ph.D. – Expert en data science et modélisation des ressources minérales**

Roberto est ingénieur des mines diplômé de l'UFOP et titulaire d'un master et d'un doctorat en géostatistique de l'UFRGS. Son expertise couvre la modélisation géologique implicite, l'estimation des teneurs et la conception de workflows de simulation conformes aux normes internationales de reporting minier. Il maîtrise également parfaitement Python et les applications du machine learning en géosciences.

## Politique en matière de voyages

Pour garantir la santé et la sécurité de nos collaborateurs lors de leurs déplacements, Geovariances applique les directives suivantes :

**Voyages aériens :**

Nous privilégions les vols réguliers. Si un avion affrété est nécessaire, il doit répondre à un standard minimal : bimoteur à turbine et au moins deux membres d'équipage. Nous nous réservons le droit de refuser tout vol ne respectant pas ces critères ; tout retard en découlant sera facturé au client. Pour les vols internationaux de plus de six (6) heures, nous voyagerons en classe affaires (ou équivalent).

**Transports terrestres :**

Les véhicules de location doivent être des berlines de grande taille équipées d'un frein ABS et d'au moins quatre airbags. Si les véhicules fournis ne répondent pas à ces exigences, Geovariances se réserve le droit de demander une catégorie supérieure, les frais supplémentaires étant à la charge du client.

**Limites de conduite :**

Le temps de conduite quotidien est limité à 10 heures maximum. Toute dépense nécessaire au respect de cette limite sera facturée à la partie contractante.

**Déplacements en hélicoptère :**

Les trajets en hélicoptère seront étudiés au cas par cas, en tenant compte des exigences de sécurité et des besoins opérationnels.

Commencez votre parcours  
en géostatistique minière

# Estimation des ressources minérales avec la géostatistique linéaire

**Maîtrisez les bases de la géostatistique pour estimer de manière fiable et efficace vos ressources minérales.**

## OBJECTIFS DE LA FORMATION

Ce cours offre une base solide en géostatistique pour l'estimation des ressources minérales. Les compétences que vous développerez vous permettront de :

- **Estimer les ressources à court et à long terme,**
  - **Produire des modèles de ressources** pour la conception minière,
  - **Réaliser des analyses spatiales** des données de forage.
- Il se compose de deux modules qui peuvent être suivis séparément :
- **Dans le Module 1, vous apprendrez et mettrez en pratique le processus standard d'estimation des ressources dans un contexte univarié.** Ce module couvre l'analyse approfondie des données, l'étude variographique détaillée, la modélisation par blocs, l'interpolation de la teneur par krigeage, la validation de l'estimation, ainsi que la génération de courbes teneur-tonnage non biaisées pour les ressources à court terme.
  - **Le Module 2 vous permet d'approfondir vos connaissances en abordant le contexte multivarié.** Vous y explorerez des outils statistiques tels que l'analyse en composantes principales (ACP), l'application du krigeage et du co-krigeage pour l'estimation de gisements multi-éléments, ainsi que la construction de modèles multivariés tenant compte des rapports entre les métaux principaux, les oxydes et les autres éléments.

## MODULE 1 – CONTEXTE MONOVARIABLE PROGRAMME

- **Comprendre l'importance de la géostatistique dans l'estimation des ressources minérales :** posez des bases solides pour des décisions éclairées.

### □ DURÉE

Module 1 : 14 heures / 2 jours

Module 2 : 14 heures / 2 jours

### □ NIVEAU

Fondamental

### □ TYPE

Théorie et pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 100 par module et par personne

Intra : sur demande

- **Explorer et analyser vos données efficacement** grâce à l'Analyse Exploratoire des Données (EDA) et à l'analyse spatiale.
- **Évaluer la stationnarité des données** pour garantir la cohérence et la fiabilité des estimations.
- **Préparer vos données** : techniques de régularisation (compositing et déclustering) pour éliminer les biais.
- **Maîtriser l'analyse variographique** : nuages de variogrammes, variogrammes directionnels, interprétation des structures spatiales.
- **Modéliser vos variogrammes** avec des outils automatiques, semi-automatiques, manuels et interactifs adaptés à vos besoins.
- **Appliquer les méthodes de krigeage les plus pertinentes** : krigeage ordinaire, sur blocs, et analyse de la distribution des poids.
- **Construire un voisinage de krigeage optimal** à l'aide de l'analyse du voisinage de krigeage (KNA) afin d'améliorer la précision.
- **Valider vos modèles et estimations** à l'aide de techniques de validation croisée et de statistiques robustes.
- **Générer des courbes et des tableaux de teneur-tonnage** pour appuyer vos modèles économiques et techniques.

## MODULE 2 – CONTEXTE MULTIVARIABLE PROGRAMME

- **Utiliser l'Analyse en Composantes Principales (ACP)** pour extraire les informations essentielles de vos données.
- **Estimer les variables non stationnaires** en recourant au krigeage avec dérive externe ou au krigeage universel, afin d'obtenir des estimations plus précises.
- **Analyser les corrélations entre les teneurs** afin de mieux comprendre les relations entre les éléments et d'optimiser vos modèles.
- **Analyser la structure spatiale conjointe** : calcul et interprétation des cross-variogrammes et des covariances croisées, même sur des jeux de données purement hétérotopiques.
- **Interpoler des teneurs corrélées** à l'aide de méthodes avancées de co-krigeage : co-krigeage ordinaire, co-krigeage colocalisé et co-krigeage redimensionné.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.
- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.

– **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## **PUBLIC CONCERNÉ**

Ce cours est destiné aux professionnels de l'industrie minière souhaitant acquérir une connaissance à la fois méthodologique et appliquée de la géostatistique minière.

## **PRÉREQUIS**

Une compréhension de base des notions de teneur, tonnage et seuil de coupure est recommandée.

Pour approfondir vos connaissances, nous vous conseillons de suivre le cours complémentaire avancé : « *Estimation des ressources récupérables avec la géostatistique non linéaire* ».

Améliorez vos compétences  
en géostatistique minière

# Estimation des ressources récupérables avec la géostatistique non linéaire

**Développez des compétences avancées en géostatistique et maîtrisez les méthodes d'estimation des ressources récupérables et d'analyse de risque.**

## OBJECTIFS

Ce cours offre une base solide en géostatistique pour l'estimation des ressources récupérables. Les compétences que vous développerez vous permettront de :

- **Estimer les ressources à long terme.**
  - **Générer des courbes teneur-tonnage** au cours de la phase d'exploration.
- Le cours est structuré en trois modules, pouvant être suivis indépendamment :
- **Le Module 1 met en lumière l'importance des techniques non linéaires** pour générer des courbes teneur-tonnage non biaisées, en particulier dans des contextes d'échantillonnage peu dense. Vous y acquerrez une compréhension approfondie du Conditionnement Uniforme (UC) et saurez l'appliquer avec confiance pour calculer teneur, tonnage et quantités métal en fonction de différentes teneurs de coupure.
  - **Le Module 2 explore le krigeage d'indicatrices multiples et l'espérance conditionnelle.** Vous identifierez les situations où chaque méthode est la plus adaptée et apprendrez à les utiliser efficacement.
  - **Le Module 3 vous initie à deux techniques efficaces de simulation conditionnelle** pour des variables continues telles que les teneurs. Vous apprendrez également à générer des courbes teneur-tonnage précises à partir des résultats.

## □ DURÉE

Module 1 : 7 heures / 1 jour  
Module 2 : 10 heures / 1,5 jours  
Module 3 : 10 heures / 1,5 jours

## □ NIVEAU

Avancé

## □ TYPE

Théorie et pratique

## □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle  
Inter ou intra

## □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
Module 1 : EUR 550 / personne  
Module 2 : EUR 790 / personne  
Module 3 : EUR 790 / personne  
Intra : sur demande

## MODULE 1 – MISE EN ŒUVRE DU CONDITIONNEMENT UNIFORME PROGRAMME

### Introduction

- **Pourquoi le krigage ne suffit pas** : comprendre les limites du krigage et comment un échantillonnage peu dense peut entraîner des effets de lissage qui sous-estiment la variabilité.
- **Maîtrisez les bases de l'estimation des ressources récupérables** et apprenez à les appliquer concrètement à vos projets miniers.

### Transformation des données

- **Modélisez l'anamorphose gaussienne** : transformez toute distribution en une distribution gaussienne, une étape nécessaire à la modélisation non linéaire.
- **Le changement de support** : analysez l'impact de la taille du support de la donnée sur la variance des teneurs – carottes vs. blocs.

### Le Conditionnement Uniforme (UC)

- **Apprenez les principes de base du Conditionnement Uniforme** pour estimer les ressources récupérables en fonction de différentes teneurs de coupure.
- **L'effet d'information** : évaluez et corrigez l'impact de la densité d'échantillonnage sur les estimations.

### Le Conditionnement Uniforme Localisé (LUC)

- **Appliquez le Conditionnement Uniforme à l'échelle locale** (blocs ou SMU) afin de produire des modèles compatibles avec la planification minière.
- **Gérez les gisements multidomaines et multivariés**.
- **Générez des courbes teneur-tonnage fiables** et des estimations robustes des teneurs, des tonnages et des quantités de métal par teneur de coupure à partir des résultats du Conditionnement Uniforme.

## MODULE 2 – MISE EN ŒUVRE DE MIK ET DE L'ESPÉRANCE CONDITIONNELLE PROGRAMME

### Introduction

- **Maîtrisez les fondamentaux de l'estimation des ressources récupérables** et comprenez son rôle clé dans la modélisation des ressources et la planification minière.

### Krigage d'Indicatrices Multiples (MIK)

- **Explorez la théorie du MIK**, ses variantes et son workflow complet.
- **Configurez et utilisez efficacement MIK** dans Isatis.neo, en suivant les meilleures pratiques.
- **Identifiez les avantages et limites du MIK**, et les contextes où il est le plus performant.

- **Générez des courbes teneur-tonnage** précises à partir des résultats MIK pour une prise de décision optimisée.

#### Espérance Conditionnelle (CE)

- **Maîtrisez les fondamentaux théoriques et pratiques de l'espérance conditionnelle** et découvrez ses différentes variantes.
- **Utilisez le krigeage multigaussien ordinaire** comme base pour la mise en œuvre concrète de l'espérance conditionnelle.
- **Analysez les avantages et les limites de l'espérance conditionnelle**, ainsi que ses domaines d'application.
- **Générez des courbes teneur-tonnage fiables** pour étayer rigoureusement vos rapports de ressources.
- **Explorez les différentes options de l'espérance conditionnelle dans Isatis.neo**: estimation de blocs et estimation multivariable.

## MODULE 3 – MISE EN ŒUVRE DES SIMULATIONS CONDITIONNELLES PROGRAMME

### Introduction

- **Maîtrisez les fondamentaux de l'estimation des ressources récupérables** et comprenez son rôle clé dans la modélisation des ressources et la planification minière.

### Simulations

- **Assimilez les concepts généraux des simulations** et comprenez leur cadre théorique.
- **Modélez l'anamorphose gaussienne** : transformez toute distribution en une distribution gaussienne — une étape indispensable pour les méthodes non linéaires.
- **Apprenez deux méthodes de simulation conditionnelle largement utilisées** : les **Simulations par Bandes Tournantes (TBS)** et les **Simulations Gaussiennes Séquentielles (SGS)**. Comprenez leurs fondements théoriques, leurs domaines d'application et identifiez les contextes dans lesquels chaque méthode donne les meilleurs résultats.
- **Découvrez les simulations directes à l'échelle du bloc** : générez des modèles de blocs sans passer par l'étape des modèles ponctuels, gagnez en temps de calcul et en espace de stockage tout en préservant une précision élevée.

### Post-traitement des résultats de simulation

- **Produisez des courbes teneur-tonnage fiables** à partir des simulations afin de renforcer la qualité et la robustesse de vos évaluations de ressources.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.

- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## PUBLIC CONCERNÉ

Géologues, ingénieurs miniers et professionnels impliqués dans des études de faisabilité ou dans la planification à moyen et long terme, souhaitant approfondir leurs connaissances théoriques et pratiques en géostatistique minière.

## PRÉREQUIS

Une compréhension de base de la géostatistique linéaire et des concepts de ressources tels que teneur, tonnage et seuil — ou avoir suivi le cours « *Estimation des ressources minérales avec la géostatistique linéaire* », qui couvre les fondamentaux de la géostatistique appliquée à l'estimation des ressources — constitue une base idéale pour ce cours avancé.

# Les apports de la géostatistique à la classification des ressources

**Maîtriser les outils géostatistiques permettant d'estimer le niveau de confiance des ressources minérales et de les classer.**

## OBJECTIFS

- Comprendre les attendus des codes miniers en matière de reporting et de classification des ressources (exemple spécifique du code JORC).
- Acquérir une vue d'ensemble des principales techniques géostatistiques utilisées pour évaluer le niveau de confiance des estimations, en comprenant leurs atouts et limites.
- Apprendre à classer les ressources en s'appuyant sur des critères fondés sur les résultats du krigeage, des simulations ou des méthodes avancées.

## PROGRAMME

- Revue des définitions du code JORC relatives à la classification des ressources minérales : notions de Personne Compétente, catégories de ressources (inférées, indiquées, mesurées), reporting et classification.
- Classification des ressources à partir des paramètres de voisinage de krigeage.
- Amélioration de la précision des estimations des ressources en utilisant l'analyse du voisinage de krigeage (Kriging Neighborhood Analysis) et la validation croisée, afin de renforcer la confiance dans les estimations.
- Classification basée sur la géostatistique linéaire : exploration de différents critères applicables aux résultats du krigeage, tels que l'écart-type, la variance, l'efficacité du krigeage, la variance relative, la variance de l'estimateur, la variance d'interpolation et l'indice de risque.

### □ DURÉE

17 heures / 2,5 jours

### □ NIVEAU

Avancé

### □ TYPE

Théorie et pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 350 / personne

Intra : sur demande

- **Classification à partir de simulations conditionnelles** : exploration de critères tirés des résultats de simulation, notamment la variance conditionnelle, la variance conditionnelle relative, la probabilité d'écart à la moyenne et le coefficient de variation.
- **Approche avancée de la classification** à l'aide de mesures telles que la variance d'estimation globale, la variance de la densité d'échantillonnage spatial (SSDV), ainsi que le volume spécifique associé, le coefficient de variation et l'indice de risque.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.
- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cette formation s'adresse aux professionnels du secteur minier souhaitant se familiariser avec les différentes techniques géostatistiques permettant d'évaluer le niveau de confiance des ressources et de les classer en conséquence.

## PRÉREQUIS

Cette formation aborde des notions géostatistiques avancées. Il est donc recommandé d'avoir de bonnes bases en variographie, krigeage et simulations. Les personnes ayant suivi la formation « *Estimation des ressources minérales avec la géostatistique linéaire* » sont bien préparées pour y participer.

# Modélisation géologique avec la géostatistique

**Générez des modèles géologiques réalistes grâce à des techniques avancées et améliorez votre compréhension du sous-sol.**

## OBJECTIFS

- Savoir construire des modèles géologiques robustes et réalistes.
- Découvrir et appliquer des méthodes géostatistiques avancées afin de mieux appréhender les stratigraphies complexes.
- Développer sa capacité à analyser et à interpréter l'incertitude, afin de prendre des décisions plus éclairées et mieux informées.

## PROGRAMME

### Krigeage d'indicatrices

- Découvrez le krigeage d'indicatrices, comment il fonctionne et dans quels cas l'utiliser.
- Apprenez à l'appliquer concrètement dans Isatis.neo pour construire des modèles géologiques et définir des domaines.

### Simulations conditionnelles

- Initiez-vous aux principales méthodes de simulation de faciès : simulation séquentielle d'indicatrices (SIS), simulation gaussienne tronquée (TGS) et simulation plurigaussienne (PGS).
- Comprenez leurs principes, leurs étapes clés et leurs différences.
- Mettez-les en œuvre dans Isatis.neo grâce aux options dédiées.

### Modélisation implicite

- Découvrez comment utiliser les champs de potentiel pour modéliser automatiquement des unités stratigraphiques ou des corps intrusifs.
- Créez des surfaces cohérentes et continues à partir de données géologiques.

### DURÉE

21 heures / 3 jpus

### NIVEAU

Avancé

### TYPE

Théorie et pratique

### MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 650 / personne

Intra : sur demande

## Unfolding

- Transformez une géométrie complexe en un espace aplani, où la continuité est plus simple à modéliser.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.
- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## PUBLIC CONCERNÉ

Destinée à tout professionnel des géosciences souhaitant développer ses compétences en modélisation géologique et de faciès.

## PRÉREQUIS

Cette formation aborde des notions géostatistiques avancées. Il est donc recommandé d'avoir de solides bases en variographie, en krigage et en simulation. Les personnes ayant suivi la formation « *Estimation des ressources minérales avec la géostatistique linéaire* » sont bien préparées pour y participer.

# Analyse de l'espacement entre trous de forage – DHSA

**Tirez parti de l'analyse de l'espacement des forages pour optimiser votre stratégie d'échantillonnage et renforcer la fiabilité de vos estimations de ressources.**

## OBJECTIFS

Prenez de meilleures décisions de forage grâce à la maîtrise des simulations géostatistiques. Apprenez à quantifier l'incertitude sur les teneurs en fonction de l'espacement des forages et des volumes de production, et développez des maillages optimisés qui équilibrent coûts, récupération et dilution. Vous développerez des compétences concrètes pour améliorer la classification des ressources, éclairer les décisions stratégiques en exploitation et réduire efficacement le risque géologique.

## PROGRAMME

### Théorie :

- Revue des concepts liés aux simulations par bandes tournantes (TBS)
- Principes du DHSA
- Récupération vs. dilution : analyse de l'évolution de l'incertitude en fonction de l'espacement des forages
- Introduction au panneau en tant que domaine de production

### Pratique avec Isatis.neo :

- Rappel sur le krigage et de ses effets de lissage
- Revue des TBS et des méthodes de réduction de scénarios
- Présentation générale du workflow DHSA
- Définition de la période de production et évaluation des incertitudes associées
- Optimisation de la densité des forages de contrôle de teneur pour améliorer le ratio récupération vs. dilution
- Optimisation de l'espacement des forages

### □ DURÉE

14 heures / 2 jours

### □ NIVEAU

Avancé

### □ TYPE

Théorie et pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 100 / personne

Intra : sur demande

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.
- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ce cours s'adresse aux professionnels du secteur minier – géologues de ressources, en exploration ou exploitation, ingénieurs et consultants – qui souhaitent concevoir des stratégies d'échantillonnage rentables et optimiser leurs programmes de forage afin d'obtenir des estimations de teneur à court terme plus fiables, une confiance accrue dans la classification et une réduction des risques.

## PRÉREQUIS

Cette formation aborde des notions géostatistiques avancées. Il est donc recommandé d'avoir de solides bases en variographie, en krigage et en simulation. Les personnes ayant suivi la formation « *Estimation des ressources minérales avec la géostatistique linéaire* » sont bien préparées pour y participer.

# Théorie et pratique des statistiques multipoints (MPS) avec Isatis.neo

**Allez au-delà des variogrammes et apprenez à simuler des structures géologiques complexes ainsi que les propriétés du sous-sol grâce aux techniques MPS les plus avancées.**

## OBJECTIFS

Ce cours vous initie aux **statistiques multipoints (MPS)**, une méthode de simulation puissante permettant de **modéliser des variabilités spatiales complexes à partir d'images d'entraînement**. Développé en collaboration avec l'Université de Neuchâtel, il combine **bases théoriques et mises en pratique avec Isatis.neo et son moteur intégré DeeSse**. Vous apprendrez à sélectionner des images d'entraînement adaptées, à préparer vos données et à générer des **modèles du sous-sol réalistes, qu'ils soient catégoriels ou continus**. Idéale pour des applications en exploitation minière, en hydrogéologie, en télédétection ou en modélisation de réservoirs, la méthode MPS vous permettra d'évaluer l'incertitude et de représenter des structures contrôlées par la morphologie géologique, telles que la perméabilité en chenaux ou la teneur en minéral dans des dépôts filoniers.

## PROGRAMME

### Théorie :

- **Introduction à l'approche MPS**, pour comprendre ses principes, ses atouts et les situations où elle apporte une réelle valeur ajoutée.
- **Découverte des outils permettant de gérer la non-stationnarité** – rotation, mise à l'échelle, proportions et tendances – afin d'adapter la méthode à des contextes géologiques variés.
- **Optimisation des paramètres de voisinage**, avec une explication claire de leur rôle et des conseils pratiques pour améliorer la qualité des simulations.

### □ DURÉE

14 heures / 4 demi-journées

### □ NIVEAU

Intermédiaire

### □ TYPE

Théorie et pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 100 / personne

Intra : sur demande

- **Simulation MPS de variables continues** pour comprendre comment modéliser des propriétés qui varient progressivement dans l'espace.
- **Simulation MPS multivariée**, illustrant comment intégrer plusieurs variables corrélées dans un même modèle de manière cohérente.
- **Simulation MPS multi-résolution**, pour apprendre à combiner différentes échelles d'information afin de mieux représenter les structures géologiques.
- **Utilisation des MPS pour combler les lacunes**, en montrant comment exploiter des informations partielles et indirectes pour compléter des zones sans données.

#### Pratique avec Isatis.neo :

- **Découverte de la méthode à travers un premier cas d'étude simple et historique**, afin de comprendre, pas à pas, les principes de base.
- **Exploration de différents motifs géométriques**, afin d'observer comment les MPS reproduisent des structures variées et de mieux en comprendre leur comportement.
- **Simulation de la profondeur d'un horizon géologique**, pour appliquer la méthode à une variable continue.
- **Mise à l'échelle d'une propriété de sol (perméabilité) dans un contexte multivarié**, afin d'apprendre à intégrer et à harmoniser plusieurs variables au sein d'un même modèle.
- **Simulation d'un réseau de fractures à différentes résolutions**, illustrant la capacité des MPS à saisir la variabilité à plusieurs échelles.
- **Modélisation des dépôts sédimentaires de la plaine du Roussillon (France)**, un exemple réaliste permettant de relier la théorie à un cas géologique concret.
- **Remplissage de zones dépourvues de données à l'aide d'informations géophysiques**, afin de comprendre comment tirer parti de sources complémentaires et d'améliorer les modèles.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.
- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ce cours s'adresse aux professionnels et aux chercheurs impliqués dans la modélisation spatiale qui souhaitent renforcer leur capacité à simuler des structures géologiques

complexes et des distributions de faciès à l'aide des statistiques à points multiples (MPS). Il est particulièrement pertinent pour :

**–Les géologues et modélisateurs géologiques**

Travaillant en exploitation minière, en pétrole et gaz ou en hydrogéologie, et cherchant à représenter des motifs géologiques complexes - tels que chenaux, fractures ou architectures stratigraphiques - difficiles à modéliser avec des approches traditionnelles basées sur les variogrammes.

**–Les ingénieurs de réservoir**

Souhaitant construire des modèles de faciès ou de propriétés plus réalistes pour améliorer la caractérisation des réservoirs et les simulations d'écoulement.

**–Les professionnels de l'environnement et de l'hydrogéologie**

Ayant besoin de simuler les hétérogénéités des systèmes aquifères avec un haut niveau de réalisme géologique.

**–Les géostatisticiens et data scientists**

Désireux d'approfondir leur maîtrise de la méthode MPS et d'appliquer des techniques avancées de simulation fondées sur des images d'entraînement et des analogues géologiques de haute résolution.

**–Les consultants et conseillers techniques**

Accompagnant des projets de modélisation souterraine et souhaitant rester à la pointe des méthodes innovantes en géostatistique.

**–Les chercheurs et universitaires**

Engagés dans l'analyse de données spatiales, la simulation stochastique ou la modélisation géoscientifique, souhaitant explorer les MPS dans des workflows opérationnels.

## **PREREQUIS**

Aucun.

Une connaissance théorique des approches géostatistiques est un plus.

# Apprentissage automatique appliqué aux géosciences et à l'industrie minière

**Initiez-vous aux concepts et méthodes de l'apprentissage automatique appliqués à l'industrie minière, et mettez-les en pratique pour la modélisation de domaine.**

## OBJECTIFS

Dans ce cours pratique, vous verrez comment tirer parti de l'apprentissage automatique pour améliorer la modélisation des ressources minérales et les workflows géoscientifiques. Vous apprendrez à définir des domaines géologiques ou géométallurgiques, à utiliser des algorithmes de classification et de régression, et à intégrer efficacement scikit-learn (Python) avec Isatis.neo, dans un contexte spécifiquement adapté aux applications minières. Grâce à un équilibre entre notions théoriques et exercices pratiques, vous développerez des routines qui optimisent la caractérisation des ressources.

## PROGRAMME

- **Module I : Principes généraux de l'apprentissage automatique et introduction à Python**
- **Module II : Apprentissage non supervisé**

Transformations de données, méthodes de clustering (théorie et mise en pratique), évaluation de la qualité des clusters.

- **Module III : Apprentissage supervisé**

Modèles prédictifs : théorie et pratique, validation des modèles, optimisation des hyperparamètres et mise en œuvre.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.

### □ DURÉE

21 heures / 3 jours

*\*\* Le cours peut être réduit à deux jours en supprimant le module II ou le module III du programme.\*\**

### □ NIVEAU

Intermédiaire

### □ TYPE

Théorie et pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle  
Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 650 / personne

Intra : sur demande

- **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## **PUBLIC CONCERNÉ**

Ce cours s'adresse aux professionnels qui souhaitent développer à la fois une compréhension théorique et des compétences pratiques en apprentissage automatique, appliqué aux géosciences et à l'industrie minière.

## **PRÉREQUIS**

Une connaissance de base en statistiques, en algèbre et en géostatistique est recommandée. Des notions de Python sont utiles, sans être nécessaires.

# Analyse des données, cartographie et modélisation des propriétés du sous-sol avec la géostatistique

**Découvrez comment utiliser la géostatistique pour analyser vos données en profondeur, cartographier et modéliser avec précision les propriétés du sous-sol, et quantifier les incertitudes de manière fiable.**

## OBJECTIFS

Ce cours a pour objectif de vous donner les compétences essentielles pour **analyser vos données en profondeur** grâce à des outils géostatistiques avancés, **produire des cartes fiables et détaillées** en intégrant différents types d'informations, et **quantifier de manière rigoureuse les incertitudes** associées à vos modèles. Vous apprendrez également **les hypothèses fondamentales des principales méthodes géostatistiques** afin de choisir l'approche la mieux adaptée à vos données et à vos objectifs opérationnels.

## PROGRAMME

### JOUR 1 : ANALYSER LES DONNÉES, COMPRENDRE LA VARIABILITÉ SPATIALE ET CARTOGRAPHIER LE PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ

#### Introduction à la géostatistique :

- Comprendre l'apport de la géostatistique par rapport aux méthodes d'interpolation spatiale déterministes, et identifier les situations où elle offre une réelle valeur ajoutée.
- Revue des méthodes d'interpolation déterministes courantes (plus proche voisin, moyenne glissante, inverse de la distance, etc.) et mise en évidence de leurs limites.

#### □ DURÉE

14 heures / 2 jours

#### □ NIVEAU

Fondamental

#### □ TYPE

Théorie et pratique

#### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle  
Inter ou intra

#### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 1 100 / personne  
Intra : sur demande

### **Analyse exploratoire des données (EDA) et validation :**

- **Utilisation d'outils statistiques** pour analyser, contrôler la qualité et détecter les valeurs atypiques : moyenne, variance, histogrammes, coefficients de corrélation, régression linéaire, etc.
- **Visualisation 2D et 3D** pour mieux comprendre la distribution et la structure spatiale des données.

### **Évaluation de la variabilité spatiale :**

- **Calcul, interprétation et modélisation du variogramme expérimental**, afin d'identifier les structures spatiales présentes dans les données.
- **Présentation des principaux modèles théoriques de variogramme** et apprentissage de leur ajustement aux données.

### **Interpolation par krigeage :**

- **Principes fondamentaux et propriétés du krigeage**, y compris ses effets caractéristiques, tels que le lissage.
- **Choix du voisinage optimal** : voisinage unique ou glissant, taille de la recherche, nombre d'échantillons, etc.
- **Analyse des poids de krigeage** en fonction des paramètres d'interpolation (position, voisinage, effet de pépite, etc.).

## JOUR 2 : AFFINER LA CARTOGRAPHIE

### **Validation croisée :**

- **Mise en œuvre de la validation croisée** pour évaluer les modèles de variogramme et vérifier la fiabilité des résultats d'interpolation.

### **Variantes du krigeage :**

- **Découverte et application des différents types de krigeage** : simple, ordinaire, avec erreur de mesure, etc., afin de choisir l'approche la plus adaptée aux données.

### **Géostatistique multivariable : réduire les incertitudes d'interpolation**

- **Analyse des corrélations entre variables**, qu'elles soient quantitatives ou semi-quantitatives (télédétection, MNT, occupation des sols, modèles physico-chimiques, polluants, etc.), à l'aide de nuages de points et de coefficients de corrélation.
- **Étude des relations spatiales entre variables** à l'aide des variogrammes croisés.
- **Intégration de variables secondaires dans l'interpolation**, avec la mise en œuvre du co-krigeage et du co-krigeage colocalisé : principes, applications et avantages par rapport au krigeage classique.

### **Géostatistique non stationnaire :**

- **Prise en compte des tendances et des dérives spatiales** à l'aide de méthodes adaptées aux situations de non-stationnarité.

### **Simulations et analyse de risque :**

– **Introduction aux méthodes de simulation géostatistique** pour quantifier les incertitudes et analyser les risques, illustrée par des exemples concrets.

#### **Mise en pratique :**

– **Exercices appliqués à des cas réels**, pour consolider les acquis théoriques et développer des compétences opérationnelles immédiatement réutilisables.

## **CARACTÉRISTIQUES**

– **Apprentissage équilibré** : le cours allie théorie et mise en pratique pour une compréhension claire et une application concrète des concepts.

– **Exercices sur logiciel** : mettez en pratique vos connaissances avec des exercices utilisant des données réelles sur Isatis.neo.

– **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions en ligne.

– **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.

## **PUBLIC CONCERNÉ**

Ce cours est idéal pour les professionnels travaillant avec des données spatiales dans différents domaines, notamment :

– Les géoscientifiques et les ingénieurs de réservoir impliqués dans la géomodélisation et la caractérisation des réservoirs pétroliers ou gaziers, qui recherchent une introduction pratique, synthétique et pragmatique aux méthodes géostatistiques appliquées à leur domaine.

– Les consultants et ingénieurs en environnement qui souhaitent améliorer leurs capacités d'analyse de données et de cartographie.

– Les universitaires et les chercheurs.

– Les ingénieurs agronomes, spécialistes de la qualité de l'air, climatologues, épidémiologistes, forestiers, ingénieurs géotechniciens, pédologues et autres personnes intéressées par l'analyse des données spatiales.

## **PRÉREQUIS**

Le cours ne nécessite pas de connaissances en géostatistique. Toutefois, une connaissance des statistiques élémentaires est recommandée pour mieux comprendre les concepts abordés.

Développez vos compétences  
sur Isatis.neo et Isatis.py

# Isatis.neo : les fondamentaux

**Maîtrisez rapidement Isatis.neo : familiarisez-vous avec l'interface et exploitez efficacement ses fonctionnalités clés.**

## OBJECTIFS

Isatis.neo offre un environnement à la fois simple et puissant pour explorer vos données spatiales, construire des modèles précis et quantifier l'incertitude. En une seule journée de formation, vous gagnerez la confiance nécessaire pour améliorer vos analyses et intégrer les meilleures pratiques géostatistiques dans vos projets au quotidien.

## PROGRAMME

### – Vue d'ensemble d'Isatis.neo

Découvrez l'interface utilisateur, manipulez le visualiseur 3D, la calculatrice intégrée basée sur Python, ainsi que les outils d'automatisation en batch.

### – Import des données

Importez différents types de données – points, modèles de blocs, modèles filaires – et préparez vos jeux de données pour les analyses géostatistiques.

### – Analyse des données

Réalisez une analyse exploratoire complète (EDA) : contrôle qualité des données via histogrammes et nuages de points, analyse de l'anisotropie, détection d'outliers, étude des tendances et variographie en 2D et 3D.

### – Estimation

Réalisez des workflows d'estimation complets : analyse du voisinage, krigeage (point et bloc), validation croisée et évaluation des modèles.

### – Simulations conditionnelles

Initiez-vous aux simulations conditionnelles pour mieux appréhender et quantifier l'incertitude dans vos modèles.

### □ DURÉE

7 heures / 1 journée

### □ NIVEAU

Fondamental

### □ TYPE

Pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 550 / personne

Intra : sur demande

## CARACTÉRISTIQUES

- **Formation pratique sur logiciel** : exercez-vous avec des jeux de données réels issus de divers secteurs d'activité – qualité de l'air, pollution des sols, exploration pétrolière, exploration minière, etc. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ce cours s'adresse aux professionnels disposant d'une base en géostatistique et souhaitant maîtriser l'ensemble de leurs workflows dans Isatis.neo, quel que soit leur domaine d'activité.

## PRÉREQUIS

Ce cours est entièrement consacré à des exercices pratiques avec Isatis.neo et ne propose aucun rappel théorique de géostatistique. Il est donc recommandé que les participants disposent déjà de connaissances fondamentales dans ce domaine.

# Isatis.neo : scripting

**Apprenez à créer des workflows reproductibles et à réaliser des calculs personnalisés grâce aux fonctionnalités batch et Python d'Isatis.neo.**

## OBJECTIFS

Exploitez pleinement le potentiel d'Isatis.neo et gagnez en efficacité en maîtrisant le mode batch et la programmation en Python. Apprenez à automatiser vos workflows géostatistiques, à personnaliser vos calculs et à traiter vos données avec précision.

## PROGRAMME

Le cours se compose de deux modules pouvant être suivis indépendamment :

### Module 1 : Manipuler des fichiers batch

**Automatisez en toute simplicité** – Apprenez à enregistrer des tâches et à créer des workflows d'estimation de ressources minérales capables de s'exécuter efficacement sur plusieurs domaines ou variables :

- Initiez-vous à la structure des fichiers batch, des variables et des tableaux ;
- Enregistrez et automatisez des processus grâce à l'enregistreur batch ;
- Créez des boucles, des instructions conditionnelles (« if ») et des règles d'arrêt pour concevoir des workflows flexibles et robustes.

### Module 2 : Le Calculateur Python d'Isatis.neo

**Calculs personnalisés par script** – Ajustez votre modélisation géostatistique à vos besoins en utilisant la programmation Python dans Isatis.neo :

- Découvrez les bases de la programmation en Python ;
- Importez et utilisez des bibliothèques Python référentes ;
- Écrivez et exécutez des scripts pour mettre en œuvre vos routines géostatistiques ;

#### □ DUREÉ

Module 1: 3 heures / 0.5 jour

Module 2: 3 heures / 0.5 jour

#### □ NIVEAU

Intermédiaire

#### □ TYPE

Pratique

#### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

#### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 250 / personne / module

Intra : sur demande

- Explorez et expérimitez différents modes et options de scripting.

## CARACTÉRISTIQUES

- **Formation pratique sur logiciel** : exercez-vous avec des jeux de données réels. Une licence temporaire d'Isatis.neo vous sera transmise.
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers journaux et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cette formation s'adresse à tout utilisateur d'Isatis.neo souhaitant développer ses compétences en automatisation et en programmation Python, ou optimiser ses workflows grâce aux capacités de calcul offertes par Python.

## PRÉREQUIS

Il est conseillé d'être déjà familiarisé avec Isatis.neo, ce que vous pouvez apprendre en suivant la formation « *Isatis.neo : les fondamentaux* ». Des connaissances en scripting ou Python sont un plus, mais ne sont pas nécessaires.

# Isatis.py : atelier pratique

**Apprenez les bases du codage Python et comment intégrer les fonctions d'Isatis.py dans vos workflows.**

## OBJECTIFS

Ce cours propose une introduction pratique à **Python**, avec un accent sur les workflows géostatistiques utilisant la bibliothèque **Isatis.py**. Après avoir appris à **lire et écrire des scripts** (module 1), vous appliquerez ces notions à des cas concrets : **préparation et analyse des données** (module 2), **variographie et krigage** (module 3), **simulations conditionnelles** (module 4), **modélisation multivariée** (module 5) et **modélisation de variables catégorielles** (module 6). Vous découvrirez enfin comment intégrer Isatis.py pour générer des vues 2D et 3D, optimiser vos processus et gérer efficacement de grands volumes de données.

## PROGRAMME

Le cours se compose de six modules pouvant être suivis indépendamment :

### Module 1 – Introduction à Python

**Commencez votre apprentissage de Python** grâce à ce module conçu pour les débutants. Apprenez à lire et écrire des scripts, à intégrer les fonctions d'Isatis.py et à automatiser vos tâches pour gagner en productivité et simplifier vos workflows.

- **Travailler dans un environnement Python** : découvrir les bases d'Anaconda et les fondamentaux de Python.
- **Variables et tableaux** : définir les variables et les tableaux afin de faciliter l'adaptation du workflow à différents domaines ou jeux de données.
- **Structures de contrôle** : automatiser vos workflows grâce aux boucles et aux conditions.
- **Gestion de bibliothèques** : installer et utiliser des bibliothèques Python externes pour enrichir vos fonctionnalités.
- **Automatisation des tâches** : enregistrer des tâches simples afin d'automatiser les calculs répétitifs, que ce soit lors de la mise à jour des données d'entrée ou pour des besoins d'audit.

### □ DUREÉ

3 heures chaque module

### □ NIVEAU

Intermédiaire

### □ TYPE

Pratique

### □ MODE

Présentiel ou classe virtuelle

Inter ou intra

### □ TARIF

Inter, classe virtuelle :  
EUR 250 / personne /  
module

Intra : sur demande

## Module 2 – Analyse Exploratoire des Données (EDA)

Apprenez à intégrer les fonctions d'Isatis.py pour **l'analyse, la transformation et la visualisation de données** dans des scripts Python. Vous aborderez les sujets suivants :

- Visualisation de données en 2D et 3D
- Declustering
- Analyse en Composantes Principales (ACP)
- Desurveying et compositing
- Analyse de contact

## Module 3 – Krigeage

Apprenez à intégrer les fonctions d'Isatis.py pour **la variographie et le krigeage** dans des scripts Python. Vous aborderez les sujets suivants :

- Analyse de la continuité spatiale à l'aide de variogrammes
- Krigeage simple
- Krigeage ordinaire
- Validation de l'estimation
- Sélection à partir de polygones

## Module 4 – Simulations de variables continues

Apprenez à intégrer les fonctions d'Isatis.py pour **les simulations de variables continues et la quantification des incertitudes** dans des scripts Python. Vous aborderez les sujets suivants :

- Sélection dans des maillages
- Anamorphose
- Gestion des mégadonnées (via des fichiers HDF5)
- Simulations par bandes tournantes
- Simulations gaussiennes séquentielles
- Simulations par blocs versus par points
- Validation de simulations
- Simulations avec anisotropies locales
- Visualisation de l'incertitude

## Module 5 – Estimation multivariable

Apprenez à intégrer les fonctions d'Isatis.py pour **l'estimation et les simulations multivariables** dans des scripts Python. Vous aborderez les sujets suivants :

- Co-krigeage ordinaire
- Co-krigeage rescalé
- Simulations multivariables
- Imputation de données multivariable

- Projection Pursuit Multivariate Transformation (PPMT)
- Reproduction de relations multivariables complexes

## Module 6 – Estimation et simulation d'indicatrices

Apprenez à intégrer les fonctions d'Isatis.py pour **l'estimation et les simulations de variables catégorielles** dans des scripts Python. Vous aborderez les sujets suivants :

- Krigeage d'indicatrice
- Simulations plurigaussiennes
- Simulations séquentielles d'indicatrices

## CARACTÉRISTIQUES

- **Formation pratique sur logiciel** : réalisez des exercices pratiques avec Isatis.py à partir de scénarios réels
- **Accompagnement personnalisé** : bénéficiez de conseils et de retours individuels de formateurs expérimentés tout au long des sessions.
- **Ressources complètes** : accédez à une documentation détaillée, à des fichiers de script Python et à des jeux de données pour consolider vos acquis et faciliter la mise en œuvre après la formation.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ce cours s'adresse aux géologues, géoscientifiques et data scientists souhaitant développer leurs compétences dans la création de workflows géostatistiques personnalisés, flexibles et performants grâce aux scripts Python et à la bibliothèque Isatis.py.

## PRÉREQUIS

À l'exception du premier module, qui présente les bases de la programmation Python, une expérience préalable en programmation Python est recommandée. Une bonne maîtrise de la géostatistique appliquée est également souhaitable.



# GEOVARIANCES

## DATAMINE FRANCE

Pour toute question ou inscription, merci de contacter :

[binet@geovariances.com](mailto:binet@geovariances.com)

[www.geovariances.com](http://www.geovariances.com)



44 avenue de Valvins  
Avon, France



[www.geovariances.com](http://www.geovariances.com)  
[info@geovariances.com](mailto:info@geovariances.com)