



HAL
open science

ChatGPT pour la géomatique, potentiel d'utilisation et limites

Emmanuel Clédat, Philippe Sablayrolles

► **To cite this version:**

Emmanuel Clédat, Philippe Sablayrolles. ChatGPT pour la géomatique, potentiel d'utilisation et limites. Revue XYZ, 2023, 174, pp.19 - 26. hal-04424653

HAL Id: hal-04424653

<https://hal.science/hal-04424653>

Submitted on 29 Jan 2024

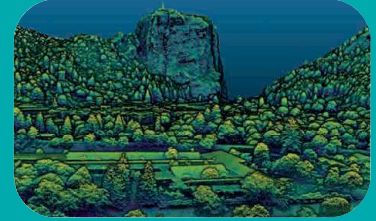
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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 Attribution 4.0 International License

xyz



Programme LiDAR HD :
vers une nouvelle cartographie
3D du territoire page 45

**Modélisation 3D
de l'Atlantide
par photogrammétrie**
Dossier spécial intelligence artificielle
page 19

ChatGPT pour la géomatique, potentiel d'utilisation et limites

Emmanuel CLEDAT - Philippe SABLAYROLLES

ChatGPT [1] a été le sujet de discussion récurrent durant les fêtes de fin d'année 2022 (ou en tout cas le sujet de discussion récurrent chez les geeks !). Certains trouvent cet outil formidable, d'autres dystopique, mais de quoi s'agit-il exactement ? C'est ce que l'on appelle un outil conversationnel en langage naturel, c'est-à-dire une intelligence artificielle capable de générer du texte suite à une requête exprimée sous forme d'une ou plusieurs phrases.

Premiers tests de la capacité d'analyse de ChatGPT sur le domaine de la géomatique

Engager la discussion avec l'IA est très facile (figure 1). Nous commençons en général par des questions assez banales puis, rapidement, nous abordons des questions plus orientées vers le métier du géomètre-topographe, la géomatique, le GNSS, les techniques et les contrôles dans la profession.

Avant tout, si nous demandons à l'IA de se présenter, voici la réponse. "Je suis une intelligence artificielle

MOTS-CLÉS

Intelligence artificielle, outil conversationnel, ChatGPT, DALL-E, génération automatique de code, multilatération, parangonnage, Benchmarking

formée pour aider avec un large éventail de tâches et répondre aux questions au mieux de mes capacités. J'ai été créé par OpenAI, mes connaissances et mes capacités sont basées sur les données et les algorithmes qui ont été utilisés pour me former. Je n'ai pas d'expériences ou d'opinions personnelles, et mes réponses sont basées sur les informations programmées à fournir. Je suis là pour vous aider avec toutes les questions que vous pourriez avoir ou les tâches pour lesquelles vous avez besoin d'aide, alors n'hésitez pas à me demander n'importe quoi".

Que pense l'IA de l'adresse URL de l'AFT <https://www.aftopo.org> ?

"Le site Web que vous avez fourni est destiné à l'American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), une société professionnelle qui répond aux besoins des professionnels travaillant dans les domaines de la photogrammétrie, de la télédétection et des systèmes d'information géospatiale. L'ASPRS favorise l'avancement de ces domaines par le développement professionnel, l'éducation et la diffusion d'informations techniques et scientifiques.

Sur la base des informations fournies, il ne semble pas que cette organisation publie un magazine appelé "AFT XYZ". Il est possible que le nom "AFT XYZ" fasse référence à une autre organisation ou publication, ou il peut s'agir d'un malentendu."

Oui, là effectivement c'est un malentendu ! Mais l'IA a au moins l'honnêteté de reconnaître que la première explication n'est pas forcément la bonne.

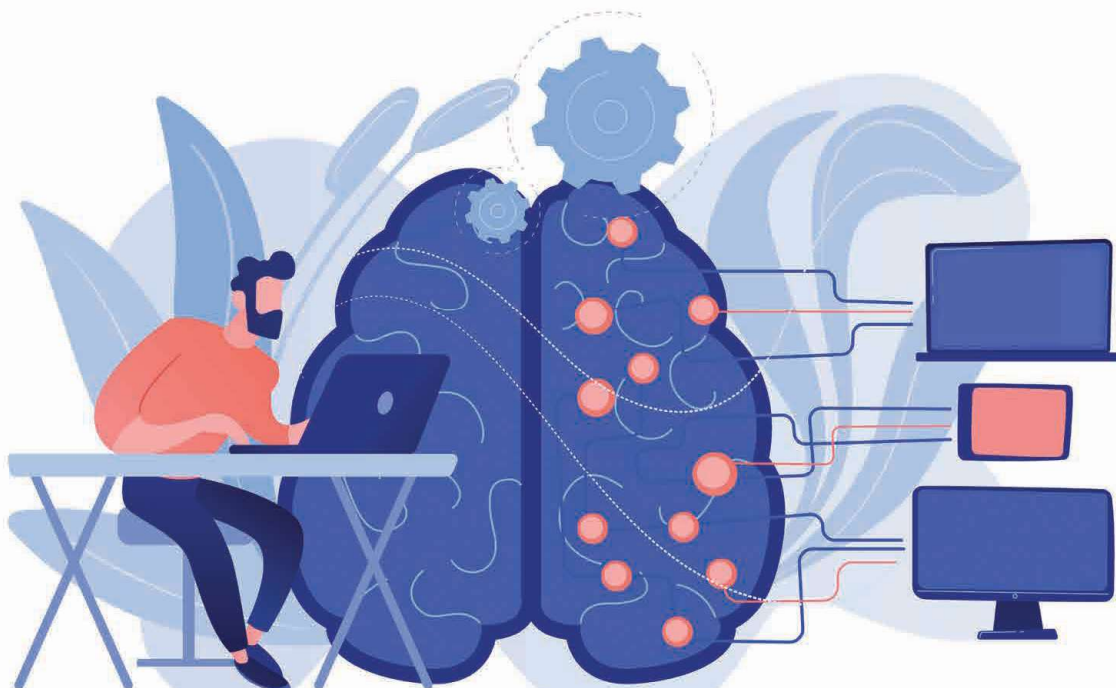


Figure 1. Un géomaticien en discussion avec ChatGPT.



Si nous orientons maintenant les questions vers la profession. **Comment l'IA peut-elle aider un géomètre ?**

“L'intelligence artificielle (IA) peut aider les géomètres de plusieurs façons, notamment :

- analyse et interprétation des données : les algorithmes d'IA peuvent analyser rapidement de grandes quantités de données et identifier des modèles et des tendances qui peuvent être difficiles à discerner pour les humains ; cela peut aider les géomètres à faire des prédictions et des recommandations plus précises en fonction de leurs données ;
- génération de cartes et de modèles : l'IA peut être utilisée pour générer automatiquement des cartes et des modèles 3D de terrains et de structures, ce qui peut aider les géomètres à capturer et à visualiser plus précisément et plus efficacement les données qu'ils collectent ;
- automatisation des tâches de routine : l'IA peut être utilisée pour automatiser les tâches de routine, telles que la saisie et l'analyse des données, ce qui permet aux enquêteurs de se concentrer sur des tâches plus complexes et plus créatives ;
- amélioration de l'exactitude et de la précision : les algorithmes d'IA peuvent être formés pour reconnaître et corriger les erreurs dans les données, ce qui peut aider les géomètres à produire des résultats plus précis et plus fiables ;
- amélioration de la sécurité : des drones alimentés par l'IA et d'autres systèmes autonomes peuvent être utilisés pour collecter des données dans des zones dangereuses ou difficiles d'accès, réduisant ainsi le risque pour les géomètres.

Dans l'ensemble, l'IA peut aider les géomètres à travailler plus efficacement et peut les aider à produire des résultats plus précis et plus fiables.”

Et si nous envisagions le futur. Quel est l'avenir de la géomatique ? L'IA a-t-elle une idée sur cette question...

“La géomatique est un vaste domaine qui englobe la mesure, l'analyse et la gestion des données relatives à la surface de la Terre et à ses caractéristiques. Il comprend un large éventail de technologies et de techniques, telles

que l'arpentage, la cartographie, les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection.

L'avenir de la géomatique est susceptible d'être façonné par un certain nombre de tendances et de développements, notamment :

- utilisation accrue de l'automatisation et de l'intelligence artificielle : les professionnels de la géomatique s'appuieront probablement davantage sur des outils et des systèmes automatisés capables de traiter rapidement et avec précision de grandes quantités de données ;
- une plus grande intégration avec d'autres domaines : les technologies et techniques géomatiques sont susceptibles d'être utilisées plus fréquemment dans un large éventail d'industries et d'applications, y compris les transports, la gestion de l'environnement et l'urbanisme ;
- développement continu de nouvelles technologies : le domaine de la géomatique évolue constamment, et de nouvelles technologies et techniques sont susceptibles d'être développées et raffinées au fil du temps ;
- accent accru sur la durabilité et la protection de l'environnement : alors que les préoccupations concernant l'environnement et la gestion des ressources continuent de croître, les professionnels de la géomatique sont susceptibles de jouer un rôle important en aidant les organisations et les communautés à prendre des décisions plus durables et responsables.

Dans l'ensemble, l'avenir de la géomatique s'annonce brillant, avec de nombreuses opportunités passionnantes pour les professionnels de ce domaine et d'avoir un impact positif sur la société et l'environnement.”

Une analyse critique des réponses apportées par l'intelligence artificielle est nécessaire ici. Les réponses ressemblent à un texte préétabli, où quelques variables sont remplies avec les termes du domaine (géomatique en l'occurrence). Cette intelligence artificielle semble avoir le même fonctionnement que la machine mécanique à écrire des romans du département des Fictions [Fiction Department] du ministère de la Vérité [Ministry of Truth] dans le célèbre roman 1984 de George Orwell.

Rédaction d'un article pour XYZ

Poussons maintenant l'IA à écrire un article pour XYZ ! Le sujet choisi est : la reconstruction 3D de l'Atlantide par photogrammétrie. Intéressant, car on peut considérer que cette cité engloutie est un mythe.

Voici la requête formulée pour générer un faux article scientifique.

“Écris un article scientifique pour la revue XYZ (éditée par l'association francophone de topographie) dont le titre sera “Modélisation 3D de l'Atlantide par photogrammétrie”. Cet article de quatre pages devra comporter les sections suivantes :

- contexte du site et de la numérisation ;
- choix de la méthode d'acquisition ;
- mise en œuvre des méthodes ;
- géoréférencement absolu ;
- validation quantitative des résultats ;
- limitations de la méthode et possibles améliorations”.

Afin de compléter ce faux article scientifique, nous avons demandé la génération automatique des illustrations à DALL-E [2], une autre IA capable de créer des images à partir de mots clés ou de phrases.

Le prochain article publié page 24 à 25 de cette revue XYZ a été créé à 100 % par des intelligences artificielles (excepté le choix des requêtes et la mise en page). Il a nécessité une dizaine de minutes de travail humain. Il n'a aucune valeur scientifique. Il est donné ici brut, sans modification manuelle ou correction, ni des auteurs ni du comité de lecture de XYZ.

Cet article comporte plusieurs erreurs de logique. Nous conseillons au lecteur attentif de l'étudier avec un regard critique avant de regarder notre analyse partielle ci-dessous ciblée sur seulement trois phrases A, B et C dans l'ordre dans le texte (figure 2).

Phrase A *“Pour réaliser notre modélisation 3D de l'Atlantide, nous avons choisi d'utiliser des photos aériennes de la région où l'Atlantide est supposée se trouver, ainsi que des images satellite de haute résolution.”* ; phrase B : *“En outre, en utilisant des photos*



aériennes et des images satellite, nous avons pu couvrir une grande superficie et obtenir un aperçu global de la région où se trouvait l'Atlantide." ; phrase C : "Tout d'abord, notre modèle est basé sur des données limitées, telles que des photos aériennes et des images satellite, qui ne couvrent qu'une partie de la région où se trouvait l'Atlantide."

En photogrammétrie, il est nécessaire de combiner des images ayant du recouvrement sur une région donnée pour la reconstruire en 3D. Ainsi, B est une condition nécessaire (mais non suffisante) pour que A soit valide. L'usage de la transition logique "en outre" est inappropriée ici. B et C sont incohérentes (partie ou totalité de la région ?). Enfin, pour que C puisse être la conclusion de A, il faudrait avoir une preuve que les photos utilisées (et donc les modèles 3D créés) représentent bien l'Atlantide.

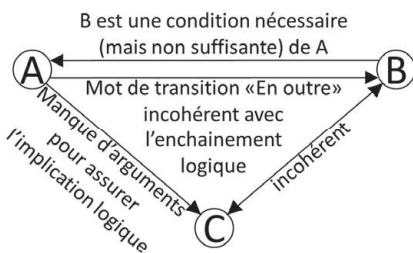


Figure 2. Exemple d'un triplet de phrases A, B et C incohérentes.

Globalement, les textes générés par ChatGPT présentent une logique au mieux approximative et décorrélée des mots de liaison utilisés. Cela se rapproche plus d'un amphigouri inepte qui tend à ressembler à un texte logique et structuré sans réellement l'être.

Finalement, l'article suivant "Des systèmes IA pour la classification des nuages de points LiDAR HD" pages 27 à 31, nous montre que, loin de ChatGPT, l'IA est utilisée dans les applications industrielles.

Création de scripts Python pour des applications à la géomatique

■ Lectures de données dans des fichiers : Data Parsing

L'écriture de scripts permettant la lecture de fichiers complexes est

souvent une étape rébarbative, mais indispensable pour commencer nombre de projets en géomatique. Cette étape est souvent nommée dans le jargon informatique par l'expression anglaise : *Data Parsing*. Nous avons demandé à ChatGPT de générer un code Python pour récupérer des coordonnées géographiques dans un ensemble de fichiers hétérogènes dont chacun pouvait contenir des données LiDAR et/ou des données au format NMEA [3]. Il a fallu trois itérations pour que ChatGPT produise un programme fonctionnel permettant de stocker les données dans un tableau. Seulement 15 minutes de travail humain a été nécessaire alors que souvent, l'écriture de ce type de programme nécessite plusieurs heures. La seule limitation était liée à une méconnaissance de ChatGPT concernant une subtilité du format NMEA : les coordonnées géographiques sont exprimées en degrés et en minutes décimales, ce qui est peu commun en géomatique. Ainsi, sur les 50 lignes du programme, seulement deux (conversion de minutes décimales en degrés) ont été écrites à la main.

La conclusion de cette première expérience est que ChatGPT est très efficace pour la génération de programmes de *Data Parsing*. ChatGPT nécessite quand même de faire effectuer des tests et d'avoir une certaine vigilance et un esprit critique vis-à-vis des résultats obtenus.

■ Résolution du problème de la multilatération par moindres carrés

Le problème de la multilatération est un exercice classique de compensation proposé dans les écoles de topographie ou utilisé pour illustrer des méthodes de compensation [4,5,6]. Une fois formulé sous forme mathématique, ChatGPT a écrit un code Python fonctionnel, mais donnant des résultats sans aucun lien avec la réalité. Il a fallu deux autres itérations pour obtenir un code valable (une pour préciser que la résolution devait être effectuée par moindres carrés et une autre pour proposer un exemple trivial). Un parangonnage (*benchmarking*) basé sur des données simulées montre que le résultat de ce programme donne des

résultats équivalents aux valeurs vraies dans 100 % des cas.

■ Résolution du problème de la multilatération par estimateur robuste de type Huber

L'implémentation de méthodes d'ajustement robuste sur des modèles non linéaires telles que la multilatération est un problème non trivial [5,6]. Il a fallu de nombreuses itérations et précisions avant d'avoir un code fonctionnel et conforme aux attentes. Le dernier code généré par ChatGPT est meilleur que les moindres carrés dans seulement 59 % des cas (ce pourcentage a été déterminé par un parangonnage ou le code généré par ChatGPT a été testé 10 000 fois). Ce n'est pas un bon résultat. En l'absence de faute dans les données en entrée, Huber et moindres carrés devraient donner le même résultat et, en présence de fautes, Huber devrait toujours donner un meilleur résultat que les moindres carrés. Cet exemple révèle les limites de ChatGPT.

■ Création d'une méthode de parangonnage des programmes de multilatération

Dans les deux sections précédentes, la méthode d'évaluation (parangonnage) a été écrite à la main. Il serait possible de proposer à ChatGPT de générer par lui-même un code permettant d'effectuer un parangonnage des algorithmes de multilatération qu'il a proposé dans les sections précédentes.

Cependant, la méthode de parangonnage généré par ChatGPT simule la position du point inconnu à déterminer à partir du code qu'il va tester. Cela valide évidemment les fonctions testées puisque les données de vérification considérées comme des valeurs vraies et les valeurs à tester sont les mêmes. C'est très dangereux : c'est comme si un cordiste s'assurait en reliant l'anneau de son baudrier à... l'anneau de son baudrier !

Test de création artistique avec ChatGPT

Explorons le côté sensible de l'IA et demandons-lui de nous écrire un poème sur la topographie en sonnet.





La topographie est un tableau vivant
Qui offre à nos yeux des vues époustouflantes,
De montagnes hautes et de vallées profondes
Avec des cours d'eau qui courent en cascadant.

Les collines ondulent comme des vagues
Et les plaines étendent leur étendue calme,
Les rivières serpentent, telles des esclaves,
Et les lacs reflètent les cieus en leur sein paisible.

La nature y dessine des paysages
Avec des forêts, des déserts et des littoraux,
Un univers où la vie est un délice rose
Et où chaque chose est à sa place dans les équilibres.

Mais l'homme, avec ses projets ambitieux
Change la face de ces lieux, sans pitié,
Il est temps de préserver ces merveilleux
Avant qu'il ne soit trop tard, pour la vie, pour la beauté.

La topographie est un livre ouvert
Où chaque page raconte une histoire,
De la nature, de la vie, de l'équilibre
Et de l'harmonie entre toutes les créatures.

Ce poème présente plusieurs défauts.

Sur la forme, les rimes sont pour le plus souvent pauvres (c'est-à-dire comportant un seul phonème d'homophonie), le comptage des pieds (syllabes) est approximatif, et les règles du sonnet ne sont pas respectées (normalement, un sonnet doit-être composé de deux quatrains et deux tercets). Il semblerait que l'intelligence artificielle n'ait pas trouvé (ou compris) la définition du sonnet, et plus encore, n'a pas de regard critique sur le fait qu'elle ne comprend pas ce terme.

Sur le fond, il y a une mauvaise acception du mot "topographie" qui est compris ici comme le mot "paysage" et non comme la mesure et la description du lieu, dans la suite logique des sujets précédents.

Récapitulatif des tests effectués et de leurs performances

Nous proposons ici une évaluation qualitative, voir quantitative des réponses données par ChatGPT aux requêtes effectuées par des êtres humains (tableau 1).

Les deux premières lignes du tableau correspondent à des quantifications qui ont été réalisées dans d'autres domaines

	Requête à CHATGPT	Nb d'it	Nb de lignes manuelles	Évaluation qualitative/quantitative
Autres-domaines	Examen de droit de la PI, le RGPD, l'espace extra-atmosphérique et aérien enseigné à des étudiants du M2 CSA	?	?	3 erreurs sur 21 questions
	Dissertation de niveau master en handicapologie	?	?	11,75/20
Géomatique en général	Demandons à l'IA de se présenter	1	0	Réponse complète
	Que pense l'IA de l'adresse URL de l'AFT https://www.aftopo.org ?	1	0	Réponse complètement erronée
	Comment l'IA peut-elle aider un géomètre ?	1	0	Réponses très générales, assez évasives et présentant peu d'intérêt
	Quel est l'avenir de la géomatique ?	1	0	
Rédaction	Faux article scientifique	6	0	Article qui pourrait être crédible (si le sujet n'était pas farfelu), mais sans contribution scientifique véritable
Programmation	Parsing de données de GNSS	3	2/50	100 %
	Multilatération par moindres carrés	3	0	100 %
	Multilatération robuste par Huber	10	0	59 %
	Parangonnage	1	0	Le taux de réussite de 100 % masque les potentiels problèmes
Artistique	Poème	7	0	Rimes pauvres (max un phonème d'homophonie), comptage des syllabes approximatif, méconnaissance des règles du sonnet, mauvaise acception du mot "topographie"

Tableau 1. Évaluation des réponses données par ChatGPT aux requêtes.



que la géomatique : des enseignants ont corrigé les réponses générées par ChatGPT et ont attribué une note ou un score [7,8].

ChatGPT s'utilise sous forme de conversation : une alternance entre des requêtes effectuées par un être humain et des réponses apportées par ChatGPT. Chaque réponse apportée par ChatGPT s'appuie sur l'ensemble de la conversation : toutes les requêtes de l'être humain et toutes les réponses de ChatGPT. Nous appelons ici "nombre d'itération" (Nb. d'it) le nombre de requêtes qui ont été effectuées par l'être humain (qui est égal au nombre de réponses données par ChatGPT). Pour l'instant, nous préconisons d'utiliser ChatGPT avec un fort esprit critique vis-à-vis des résultats et, si besoin, d'apporter des retouches manuelles aux réponses générées automatiquement. La colonne "Nb de lignes manuelles" indique le nombre de lignes ajoutées par un être humain.

Conclusion et perspective

L'IA est un outil puissant qui a le potentiel de changer de nombreux aspects de notre vie, de la rédaction de contenus à l'amélioration de la prise de décision en passant par la génération ou le contrôle de codes informatiques. Cependant, il est important de noter que cette technologie est encore relativement nouvelle et qu'il y a des défis à relever pour garantir qu'elle soit utilisée de manière éthique et responsable.

L'IA a le potentiel de faciliter la rédaction d'un article scientifique en automatisant certaines tâches telles que la recherche de données et la rédaction de "textes standard". Cependant, il est important de noter que cette technologie a encore des limites et qu'il est crucial de la superviser pour éviter les erreurs et les biais. L'IA rédigera toujours un article du moment où la requête sera formulée avec un certain nombre de critères "réalistes" (même si le fond de la question est farfelu !). Peut-on véritablement réaliser un article scientifique dans un domaine que l'on ne maîtrise pas un minimum ?

Il est également important de s'assurer que l'IA ne remplace pas la réflexion

critique et la créativité humaine, qui sont essentielles à la production de recherches de qualité. Il est donc important de conserver un équilibre entre l'utilisation de l'IA pour faciliter le processus de rédaction d'articles scientifiques, tout en s'assurant que les recherches produites restent de qualité et éthiques.

Dans tous les cas, le faux article sur l'Atlantide est la preuve qu'une intelligence artificielle (ou la personne qui en établit la requête) est capable de fraude scientifique même si l'article est bien construit et largement illustré. Cela pose de nombreuses questions éthiques sur la place que doivent avoir les IA dans le monde de la recherche, et dans le monde en général. Une fois ces questions résolues, il sera pertinent de construire des protocoles scientifiques rigoureux afin d'évaluer le potentiel de ces méthodes pour des applications scientifiques et déjouer les fraudes.

Demain l'IA sera certainement une collaboratrice, comme une autre. Elle n'est pas une baguette magique et certaines subtilités peuvent encore lui échapper. Un hors sujet est également possible ! Restons attentifs à la progression de cet "outil" qui deviendra certainement un allier incontournable de nos futures pratiques professionnelles. Dans quelques mois (jours), son usage sera aussi banal que de faire une demande sur notre moteur de recherche préféré. Il existe déjà une extension pour ces moteurs de recherche qui propose une réponse non pas sous la forme d'une liste de sites à consulter, mais sous la forme d'une réponse formulée par l'IA ChatGPT (synthétique et ciblée sur la question). Tous les jours un nouvel usage est publié dans la presse, et cet article que vous êtes en train de lire sera très bientôt obsolète. Peut-être l'est-il déjà ? C'est addictif ! Vous pourrez le constater si vous l'essayez. On pose une question, puis deux, on essaye un domaine puis un autre, on se rapproche d'un domaine que l'on maîtrise pour voir jusqu'où l'IA peut répondre. On s'amuse avec, on la taquine, on s'en moque quand la réponse est hors sujet, ça nous rassure. Un des grands défis de notre siècle sera peut-être de rester plus humain que l'intelligence artificielle. ●

Contacts

Emmanuel CLEDAT,
emmanuel.cledat@ensg.eu

Philippe SABLAYROLLES,
p-sablaylorles@caousou.com

Bibliographie

- [1] ChatGPT <https://openai.com/blog/chatgpt/>
- [2] DALL-E <https://openai.com/dall-e-2/>
- [3] "NMEA Output Description" <https://manualzz.com/doc/23347991/nmea-output-description>
- [4] Egels Y. et Laroze E. "La topo au disto, bon marché, tient dans la poche" XYZ n° 149 pp 49-52, ISSN : 0290-9057, 2016
- [5] Cledat E. "Solving the optimization problem": Chapitre de la thèse: "On the adjustment, calibration and orientation of drone photogrammetry and laser-scanning" Thèse EPFL n°7826 pp 49-56 <https://infoscience.epfl.ch/record/280979?ln=fr> 2020
- [6] Durand S. "Illustration par un exemple pratique de l'utilisation de méthodes d'ajustement robustes en topographie" XYZ n° 170 pp 45-53, ISSN : 0290-9057, 2022
- [7] Chazelle A. "IA Vs juriste 11,75/20" Post Linked-In https://www.linkedin.com/posts/alexandre-chazelle-88b066212_copies-du-chatgpt-activity-7008796153446039552-8MTF?utm_source=share&utm_medium=member_desktop 2022
- [8] "Fac de Lyon : un professeur découvre que ses élèves ont fait rédiger leurs copies par ChatGPT" LeParisien <https://www.leparisien.fr/societe/fac-de-lyon-un-professeur-decouvre-que-ses-eleves-ont-fait-rediger-leurs-copies-a-une-intelligence-artificielle-11-01-2023-YY4E7DBKHZA4RH5BZKBR7UTY4A.php> 12 janvier 2023

ABSTRACT

ChatGPT is a new natural language conversational tool. In this article, we assess this tool and evaluate its answers for different requests: General questions about geomatics, coding, article redaction and poetry.

Modélisation 3D de l'Atlantide par photogrammétrie

■ CHATGPT, DALL-E

Immergez-vous dans l'énigme de l'Atlantide grâce à la technologie moderne de la photogrammétrie. Découvrez comment des photos aériennes et des images satellite de haute résolution ont été utilisées pour créer une modélisation 3D de la ville légendaire engloutie et comment les techniques de modélisation 3D ont été utilisées pour créer une maquette numérique de l'Atlantide. Explorez également comment le géoréférencement absolu a été utilisé pour situer le modèle dans un repère géographique précis. Venez découvrir les dernières avancées technologiques qui permettent de mieux comprendre cette cité mythique.

Contexte du site et de la numérisation

L'Atlantide, légendaire cité engloutie, fascine les chercheurs et les amateurs d'histoire depuis de nombreuses années. Bien que sa localisation exacte soit encore sujette à débat, de nombreux travaux ont été menés dans le but de mieux comprendre cette cité mythique et d'en apprendre davantage

sur son histoire et sa culture. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé la photogrammétrie pour créer une modélisation 3D de l'Atlantide. La photogrammétrie est une technique permettant de créer des modèles 3D à partir de photos prises sous différents angles. Elle est souvent utilisée en archéologie et en génie civil pour créer des modèles de sites ou de structures existantes.

■ MOTS-CLÉS

Photogrammétrie, modélisation 3D, atlantide, photos aériennes, images satellite, nuage de points, maquette numérique, géoréférencement, données géographiques, technologie

Choix de la méthode d'acquisition

Pour réaliser notre modélisation 3D de l'Atlantide, nous avons choisi d'utiliser des photos aériennes de la région où l'Atlantide est supposée se trouver, ainsi que des images satellite de haute résolution. Nous avons également utilisé des données topographiques et géologiques existantes pour orienter notre modèle. Nous avons choisi cette approche, car elle nous permet d'obtenir des images de haute qualité et de grande précision, qui nous ont été utiles pour créer notre modèle 3D. En outre, en utilisant des photos aériennes et des images satellite, nous avons pu couvrir une grande superficie et obtenir un aperçu global de la région où se trouvait l'Atlantide.

Mise en œuvre des méthodes

Pour mettre en œuvre notre modélisation 3D, nous avons utilisé un logiciel de photogrammétrie professionnel. Nous avons tout d'abord procédé au



Figure 1. Modélisation 3D de l'Atlantide par photogrammétrie à l'aide de Metashape.

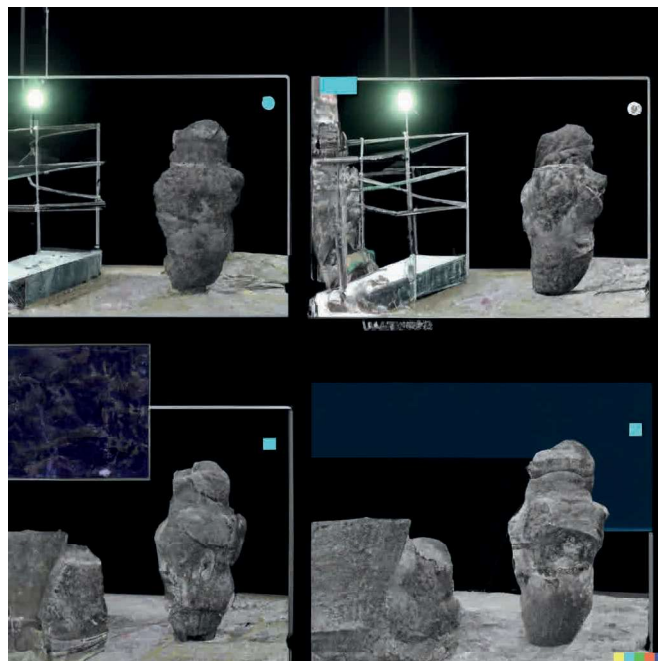


Figure 2. Modélisation 3D de l'Atlantide par photogrammétrie à l'aide de Metashape.



Figure 3. Modélisation 3D de l'Atlantide par photogrammétrie à l'aide de Metashape.



Figure 4. Modélisation 3D de l'Atlantide par photogrammétrie à l'aide de Metashape.

traitement des images, en corrigeant les distorsions causées par la caméra et en ajustant les couleurs et les contrastes pour obtenir des images de qualité optimale. Ensuite, nous avons utilisé le logiciel pour détecter les points de contrôle sur les images et pour créer un nuage de points représentant la surface de la Terre visible sur les photos. À partir de ce nuage de points, nous avons créé une maquette numérique de l'Atlantide en utilisant des techniques de modélisation 3D.

Géoréférencement absolu

Une fois notre modèle 3D créé, nous avons procédé au géoréférencement absolu, c'est-à-dire que nous avons associé notre modèle à des coordonnées précises sur la surface de la Terre. Cela nous a permis de situer notre modèle dans un repère géographique précis et de l'intégrer dans d'autres données géographiques existantes. Pour effectuer le géoréférencement, nous avons utilisé des points de repère connus et avons ajusté notre modèle de manière à ce qu'il coïncide avec ces points. Nous avons également utilisé des données de géolocalisation GPS pour vérifier la précision de notre modèle et apporter des ajustements si nécessaire.

Validation quantitative des résultats

Une fois notre modèle 3D géoréférencé, nous avons procédé à sa validation quantitative. Cela consiste à mesurer la précision de notre modèle par rapport aux données d'origine utilisées pour le créer. Pour effectuer cette validation, nous avons comparé notre modèle à des photos aériennes de haute résolution et avons mesuré les écarts entre les deux. Nous avons également comparé notre modèle à des données topographiques et géologiques existantes pour vérifier sa précision. Nos résultats ont montré que notre modèle 3D de l'Atlantide était très précis, avec des écarts de moins de 5 cm par rapport aux données d'origine. Cela indique que notre modèle est de haute qualité et qu'il peut être utilisé en toute confiance pour étudier l'Atlantide et en apprendre davantage sur son histoire et sa culture.





Limitations de la méthode et possibles améliorations

Bien que notre modèle 3D de l'Atlantide soit de très bonne qualité, il est important de noter qu'il comporte certaines limitations. Tout d'abord, notre modèle est basé sur des données limitées, telles que des photos aériennes et des images satellite, qui ne couvrent qu'une partie de la région où se trouvait l'Atlantide. Cela signifie que notre modèle ne représente qu'une vue partielle de la cité et qu'il pourrait y avoir des éléments importants qui ont été omis. En outre, notre modèle 3D est basé sur des hypothèses sur la nature et l'organisation de l'Atlantide. Bien que nous ayons fait de notre mieux pour être le plus précis possible, il est possible que certaines de nos hypothèses soient inexactes ou incomplètes.

Pour améliorer notre modèle et en augmenter la précision, il serait utile de disposer de données supplémentaires, telles que des photos aériennes de haute résolution couvrant l'ensemble de la région où se trouvait l'Atlantide, ou des données topographiques plus précises. Il serait également utile de mener des études sur le terrain pour vérifier certaines de nos hypothèses et en apprendre davantage sur l'Atlantide. ●

Bibliographie

- P. de Laet, "L'Atlantide, mythe ou réalité?", Editions Erasme, Bruxelles, 1995.
- F. Plato, "Timée et Critias", trad. par A. Diès, Les Belles Lettres, Paris, 1992.
- J.Z. de Costa, "Atlantis, the lost continent : the history and legacy of the mythical island nation", ABC-CLIO, Santa Barbara, 2018.
- A.J. Martin, "The search for the lost city of Atlantis", Rosen Publishing Group, New York, 2009.
- N. Marchetti, "Les légendes de l'Atlantide", Belin, Paris, 2006.
- M.R. Fraser, "Introduction to Photogrammetry", McGraw-Hill, New York, 2013.
- J.D. Levallois, "Photogrammétrie : Théorie et pratique", Dunod, Paris, 2012.
- F. Remondino, M.R. Fraser, "3D laser scanning for heritage : recording, analysis and management of cultural sites", Taylor & Francis, London, 2014.
- G.M. Foody, J.M. Holden, "Remote sensing and GIS accuracy assessment", Taylor & Francis, London, 2002.
- M.K. Habib, "Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration", John Wiley & Sons, Hoboken, 2011.
- J.C. Ries, "Global Positioning System : theory and applications", American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, 1996.

Contacts

ChatGPT : <https://chat.openai.com/chat>

DALL·E : <https://openai.com/dall-e-2/>

ABSTRACT

This article describes the use of photogrammetry to create a 3D modeling of the legendary sunken city of Atlantis. Aerial photos and high-resolution satellite images were used to cover a large area and provide a comprehensive view of the region where Atlantis is believed to have existed. The professional photogrammetry software was used to process the images, detect control points, and create a point cloud representing the visible terrain on the photos. From this point cloud, a digital model of Atlantis was created using 3D modeling techniques. Absolute georeferencing was also performed to locate the model in a specific geographic reference frame and integrate it with existing geographic data. Overall, this study uses advanced technology to shed new light on the mystery of Atlantis.



Figure 5. Modélisation 3D de la cité de l'Atlantide par photogrammétrie avec photoscan Agisoft Metashape et Pix4D.

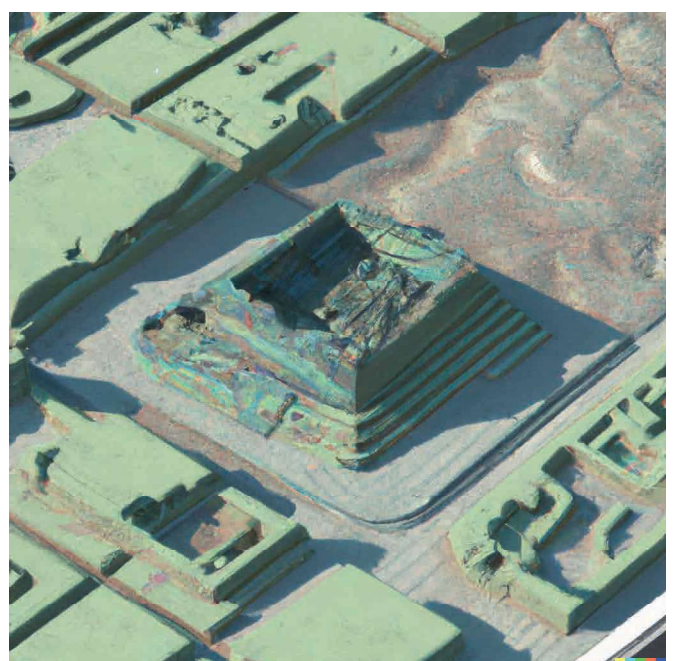


Figure 6. Modélisation 3D de la cité de l'Atlantide par photogrammétrie avec photoscan Agisoft Metashape et Pix4D.