



# NASA JPL's Team CoSTAR



**NASA**  
**JPL's Team CoSTAR**

INDUSTRIE  
APPLICATION  
LOCATION  
CLIENT DEPUIS  
MATERIAUX

Aérospatiale  
R&D, Outils et fixations, Pièces d'utilisation finale  
California, USA  
2018  
Onyx, Continuous Carbon Fiber

## L'ÉQUIPE

# Repousser les limites de l'exploration

Le DARPA Subterranean Challenge vise à améliorer l'autonomie des systèmes robotiques afin d'explorer les environnements souterrains, tant sur Terre que dans l'espace. Il vise à accélérer la recherche de pointe pour l'armée, l'industrie et le gouvernement. Pour concourir, les équipes doivent développer des systèmes entièrement autonomes pour explorer les vides souterrains en mettant l'accent sur l'exploration planétaire et les applications terrestres, telles que la recherche et le sauvetage dans les mines, les grottes et après des catastrophes naturelles.

L'équipe CoSTAR est une collaboration entre le Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la NASA, le Massachusetts Institute of Technology (MIT), le California Institute of Technology (Caltech), le Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) et l'université suédoise de Luleå.



**Le DARPA challenge repousse les limites des équipes. Elles doivent faire face à des environnements extrêmes et trouver des solutions adaptées pour continuer le challenge.**

Avec une équipe de 60 ingénieurs du monde entier, CoSTAR est l'une des dix équipes qui participent à ce challenge de trois ans en quatre parties. Le défi comprend trois parcours - un parcours orienté tunnels, un autre plutôt urbain et un dernier avec des grottes. Il y a ensuite une dernière étape qui intègre les trois environnements. Si elle réussit, l'équipe recevra 2 millions de dollars qui serviront à financer de futurs projets de recherche. L'équipe CoSTAR a terminé deuxième dans le circuit des tunnels et première dans le circuit urbain.



Les robots autonomes de l'équipe (nommés Nebula) comportent chacun environ 15 pièces imprimées en 3D par Markforged.

①

L'équipe CoSTAR est l'acronyme de Collaborative SubTerraanean Autonomous Resilient Robots.

②

Le premier DARPA Challenge a eu lieu le 13 mars 2004.

③

L'objectif global de l'équipe CoSTAR et du JPL de la NASA est d'utiliser les nouvelles technologies pour aider à résoudre la question de la présence de la vie sur d'autres planètes.

## LE CHALLENGE

Les parcours sont très différents. Certains se déroulent sur un terrain accidenté, d'autres incluent des scénarios avec une faible luminosité, et certains comprennent même des escaliers. Les robots autonomes doivent être capables de naviguer dans de mauvaises conditions, ce qui, lors des tests, entraîne souvent leur chute et la casse de pièces essentielles. Non seulement l'équipe CoSTAR doit préparer un système autonome, léger et résistant aux chocs, mais elle doit également pouvoir effectuer une maintenance rapide sur place. L'objectif est de pouvoir garder une longueur d'avance sur la concurrence. Si une pièce venait à tomber en panne sur le terrain, CoSTAR pourrait ne pas être en mesure de terminer le circuit. L'équipe se lance souvent dans l'inconnu et a donc besoin des outils nécessaires pour réagir rapidement. L'équipe travaille avec Boston Dynamics et dispose de plusieurs robots Spot prêts pour la compétition. Les ingénieurs et les concepteurs de CoSTAR ont dû concevoir et créer rapidement des composants supplémentaires, tels que des supports et des boîtiers, pour s'assurer que le Spot puisse réussir son circuit.

Auparavant, ils utilisaient le bois, l'usinage ou les découpeurs laser pour obtenir ces pièces. L'impression 3D était la solution parfaite pour les itérations rapides et la réparation des pièces à la demande. Pour répondre à ce besoin, l'équipe a utilisé une simple imprimante 3D PLA. Cependant, elle n'était capable d'imprimer que des pièces pour le prototypage, et non pour une utilisation finale. En effet, les pièces n'étaient pas assez solides pour être utilisées sur le terrain avec le risque que des composants critiques soient endommagés. Un exemple crucial est le coûteux capteur lidar situé au sommet du robot, qui doit être protégé à tout prix. Le matériau utilisé pour le protéger doit posséder de grandes propriétés de rigidité et d'amortissement des vibrations afin que le signal du capteur fournisse des sorties valides et utilisables. L'équipe a également constaté que son imprimante 3D PLA produisait des pièces imprécises avec une mauvaise finition de surface, et qu'elle passait beaucoup trop de temps à poncer les pièces après leur impression. Ce qu'il leur fallait, c'était un système robuste pouvant être amené sur le terrain pour du prototypage rapide, puis imprimer les pièces de production après les avoir testées, sans les inconvénients d'un post-traitement fastidieux.





#### LA SOLUTION

**Robustesse, fiabilité et répétabilité sont les points clés qu'apporte la Digital Forge.**

**Idéales pour l'industrie, les pièces imprimées sont belles, fonctionnelles et ne nécessitent aucune étape de post-traitement.**

Heureusement, l'équipe avait accès à une imprimante 3D Markforged. Comme plusieurs membres de l'équipe CoSTAR travaillent pour le JPL, l'équipe savait déjà que les imprimantes 3D Markforged et le puissant logiciel Eiger connecté au cloud pouvaient produire des pièces légères, solides et fonctionnelles. L'équipe a constaté que les fixations et supports imprimés avec Markforged étaient plus performants que leurs références en aluminium, et beaucoup plus légers. En plus de cela, les pièces imprimées grâce à Markforged pouvaient être soumises à de nombreuses contraintes sans aucune défaillance. L'équipe a imprimé une protection en renfort carbone pour protéger le capteur LIDAR d'une valeur de 7 000 USD. Si la pièce a pris quelques coups, le capteur Lidar n'a jamais été endommagé.

Pendant la compétition, l'équipe a augmenté le nombre d'imprimantes Markforged passant de une à trois. Markforged a ensuite parrainé l'équipe en 2020 et fourni une quatrième imprimante. CoSTAR a apporté les imprimantes lors des deux premiers challenges, en installant plusieurs d'entre elles dans leurs chambres d'hôtel pour produire des pièces pendant la nuit afin de les utiliser sur le terrain le lendemain. L'équipe pouvait donc être confiante, sachant que leurs machines seraient capables de fournir des pièces de grande qualité, sans avoir à les tester, dans le temps imparti.

# Le Futur

Le DARPA Subterranean Challenge n'est peut-être qu'une compétition pour certains, mais c'est bien plus que cela pour CoSTAR. C'est un point de départ pour travailler sur l'exploration de la lune, de Mars et même de certaines lunes de Saturne et de Jupiter. En construisant les robots pour le concours, l'équipe espère permettre aux futures missions du JPL de la NASA d'explorer d'autres environnements afin d'en savoir plus sur l'existence et le développement de la vie sur d'autres planètes et sur le potentiel d'habitation humaine dans le futur.

