



 plotly

**Le National Renewable Energy Laboratory  
utilise Dash pour la recherche sur les  
turbulences des éoliennes**

# Résumé

- Le simulateur de contrôle de parc éolien du NREL, appelé FLOW Redirection and Induction in Steady State (FLORIS), calcule en quelques secondes les impacts de sillage dans un parc de 100 éoliennes en fonction des conditions annuelles de vent.
- Avec Dash et Python, le NREL a rapidement construit une interface de prétraitement personnalisée permettant aux chercheurs de relancer instantanément les modèles de déviation de sillage et de tester plus vite leurs hypothèses.
- L'analyse des sorties de FLORIS a identifié de nouvelles opportunités de production éolienne aux États-Unis, générant jusqu'à 2,5 % d'augmentation de production annuelle d'énergie — un seul parc de 10 000 mégawatts pourrait alimenter 8 000 foyers nord-américains supplémentaires avec de tels gains.

# Introduction

Le National Renewable Energy Laboratory (NREL) est un acteur majeur du développement de solutions plus efficaces et économiques pour exploiter l'énergie éolienne. Les ingénieurs logiciels du NREL produisent des outils et données open source pour les chercheurs et exploitants de parcs éoliens dans les secteurs public et privé. Ces ressources rendent la science éolienne plus accessible à l'industrie, dans le but d'optimiser l'exploitation des parcs, réduire les coûts et maximiser la production annuelle d'énergie (AEP).

## Rafael Mudafort

*ingénieur logiciel FLORIS, NREL*

Dash nous permet d'ajuster les paramètres du modèle directement dans l'application et de les relancer en temps réel. Cela nous a aidés à développer une intuition précise de l'impact des paramètres. Alors que le processus typique pour comprendre un nouveau modèle prend plusieurs jours, Dash nous permet d'obtenir un retour visuel et de comprendre un modèle en une seule journée.

# Défi

Une nouvelle méthode de contrôle des parcs éoliens appelée “wake steering” consiste à orienter certaines turbines à l’écart du vent dominant pour permettre aux turbines situées en aval, autrement affectées par le sillage, de produire plus d’énergie. Bien que cette méthode suscite un intérêt croissant dans la communauté scientifique depuis dix ans, plusieurs obstacles freinent son adoption, notamment l’incertitude quant à son impact physique sur des équipements éoliens coûteux au fil du temps.

Le wake steering peut augmenter la production annuelle d’énergie et réduire les coûts en redirigeant stratégiquement les sillages. Des outils de visualisation comme FLORIS accélèrent la recherche sur cette pratique et ses effets.

# Solution

L’outil de simulation du NREL, FLORIS, permet aux utilisateurs d’explorer rapidement et interactivement les modèles de sillage des éoliennes pour optimiser la disposition et le contrôle des parcs. Le NREL a rendu l’outil public pour que la communauté open source mondiale puisse l’utiliser et l’adapter. Des centaines de chercheurs, dont ceux du Bureau of Ocean Energy Management du Département de l’Intérieur des États-Unis et du National Offshore Wind Research and Development Consortium, ont adopté FLORIS dans leurs travaux.

Avec Python et Dash, un seul ingénieur a construit l’application FLORIS en quelques jours de prototypage, puis en quelques semaines pour une application complète. Aujourd’hui largement utilisée par les parties prenantes du NREL, FLORIS étend l’exploration des modèles au-delà du cercle initial d’experts.

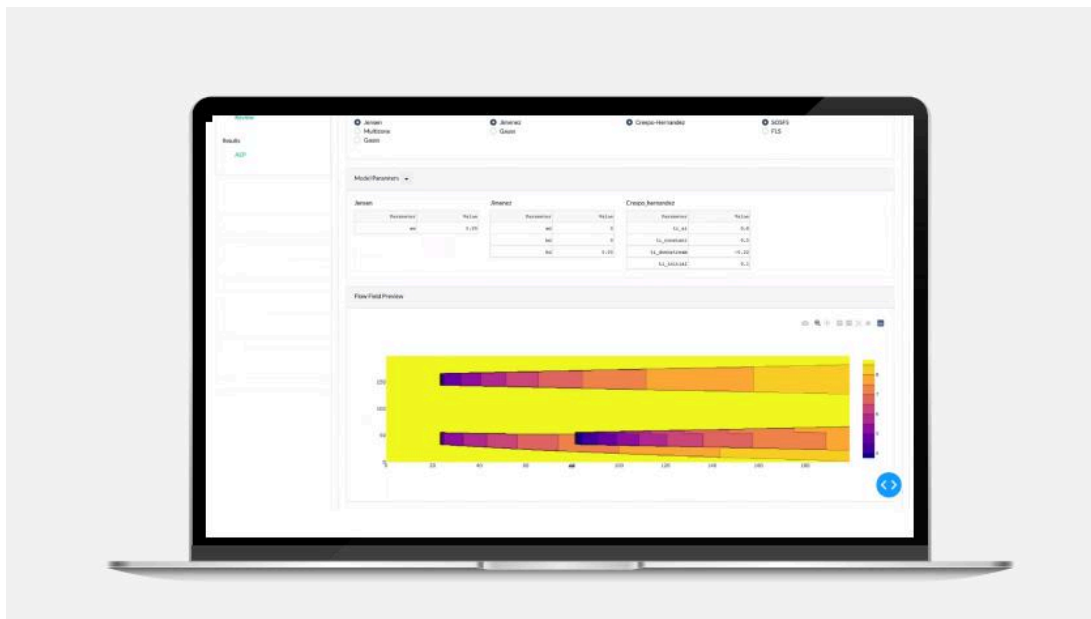
Pour faciliter le prétraitement des données, les ingénieurs du NREL ont conçu une interface personnalisée avec Dash DataTable et d’autres composants de visualisation, permettant aux utilisateurs d’ajuster leurs paramètres et de voir immédiatement les effets. FLORIS peut visualiser les sorties du modèle pour des conditions atmosphériques annuelles agrégées sur plus de 100 turbines en quelques secondes. En février 2022, une nouvelle version a multiplié par 300 la vitesse de calcul.

FLORIS visualise une année complète de données d’anémomètres mesurant vitesse et direction du vent sur un site potentiel. Les chercheurs peuvent ajuster les paramètres dans le tableau interactif lorsque les pales ou les logiciels de contrôle sont mis à jour et relancer l’optimisation.

# Résultats

Les recherches menées par le NREL et le secteur privé enrichissent les connaissances sur le wake steering, avec des résultats notables. Selon un rapport de mi-année 2021, le NREL a analysé des millions de simulations FLORIS et mis en évidence de nouvelles opportunités de production éolienne dans des régions auparavant jugées peu favorables à cause de la géographie ou des ressources en vent. L'analyse a montré que l'optimisation par wake-steering pouvait surmonter ces obstacles et augmenter l'AEP potentiel jusqu'à 2,5 %. Un seul parc de 10 000 MW pourrait ainsi alimenter 8 000 foyers supplémentaires. Les grands fabricants envisagent déjà cette approche pour la conception future de turbines, et certains utilisent FLORIS dans leurs propres analyses.

Le NREL met régulièrement à jour FLORIS avec de nouvelles fonctionnalités pour des cas comme les parcs éoliens offshore, où les vagues et marées ajoutent des complexités, et les parcs hybrides combinant solaire et éolien. Alors que le NREL continue de bâtir ses outils pour l'avenir de l'énergie, la polyvalence de Dash Enterprise suivra le rythme.



## À propos du NREL

Le NREL est le principal laboratoire national du Département américain de l'énergie dédié à la recherche et au développement en énergies renouvelables et en efficacité énergétique. Il est exploité pour le compte du Département de l'énergie par The Alliance for Sustainable Energy, LLC.

