

This is not the paper. pvSpline's paper on its 3-D subsystem is still a working draft. This note says what the paper covers, so that this link is useful in the meantime. The full paper will replace this file, at the same address, when it is published. *Version française en page 2.*

PAPER IN PREPARATION

Geometry in the renderer, radiometry in the solver: a deterministic GPU-measured factor-table architecture for 3-D near shading, shade-driven electrical mismatch, anisotropic diffuse masking, and bifacial rear irradiance in the pvSpline photovoltaic simulator

pvSpline · Working draft · Companion to the validation paper

What the paper is about

Hourly PV models describe a site with a handful of angles. They cannot see what its 3-D surroundings do to yield: a chimney's shadow climbing one group of cells, the soft-edged shade of a tree line, the slice of sky a gable hides, or the ground a neighbouring row takes from the back of a bifacial module. Tools that do model these effects usually put a renderer inside the simulation loop, or read irradiance off a rendered image — approaches that are hard to make deterministic and testable.

The paper describes how pvSpline separates the two. A 3-D site viewer, assembled from French open geodata (LiDAR terrain, buildings, vegetation, aerial imagery), measures purely geometric factors between 0 and 1, once per site, into a table indexed by sun position. The simulation engine keeps all the radiometry and the electrical model and reads that table; the renderer never runs inside the hourly calculation. A project without a 3-D model computes exactly what the analytic 2-D models it refines would.

What it covers

- Near shading for each bypass-diode substring, sampled on the module's real cell layout — the worst-shaded cell limits a substring's current.
- Soft shadow edges from the size of the solar disc, and an optional ray-traced mode that uses the exact sun position for each hour of the year.
- Light filtering through tree canopies, with seasonal foliage.
- Diffuse-light masking: how much of the sky each array sees, direction by direction.
- Rear-side irradiance of bifacial modules, from what actually surrounds the back of the array.
- A distant horizon from terrain and buildings, never counted twice with the PVGIS horizon.
- The electrical cost of shade, computed rather than assumed: bypass diodes, and mismatch within and between strings.

What this note does not contain

Results. The paper's quantitative checks — against a path-tracing reference, against PVsyst's 3-D shading scene and the open-source tools pvfactors and bifacial_radiance, and on measured shaded systems — are specified but not yet run. Nothing in this note is a claim about accuracy.

Read now

- The companion validation paper, published as a technical report: pvspline.fr/papers/validation
- Both papers and the model chain they implement: pvspline.fr/publications
- Questions: contact@pvspline.fr

Ce fichier n'est pas l'article. L'article de pvSpline sur son sous-système 3-D est encore une version de travail. Cette note résume ce qu'il couvre, pour que ce lien soit utile en attendant. L'article complet remplacera ce fichier, à la même adresse, dès sa publication. *English version on page 1.*

ARTICLE EN PRÉPARATION

Geometry in the renderer, radiometry in the solver: a deterministic GPU-measured factor-table architecture for 3-D near shading, shade-driven electrical mismatch, anisotropic diffuse masking, and bifacial rear irradiance in the pvSpline photovoltaic simulator

pvSpline · Version de travail · Complément de l'article de validation

De quoi traite l'article

Les modèles photovoltaïques horaires décrivent un site par quelques angles. Ils ne voient pas l'effet de son environnement 3-D sur la production : l'ombre d'une cheminée qui gagne un groupe de cellules, la pénombre d'une haie, la part de ciel qu'un pignon masque, ou le sol qu'une rangée voisine retire à la face arrière d'un module bifacial. Les outils qui modélisent ces effets placent en général un moteur de rendu dans la boucle de simulation, ou lisent l'irradiance sur une image calculée — des approches difficiles à rendre déterministes et testables.

L'article décrit comment pvSpline sépare les deux. Une maquette 3-D du site, construite à partir des données géographiques publiques françaises (relief LiDAR, bâtiments, végétation, orthophotos), mesure une fois par site des facteurs purement géométriques, compris entre 0 et 1, rangés par position du soleil. Le moteur de simulation garde toute la radiométrie et le modèle électrique, et lit ces tables ; le rendu 3-D n'intervient jamais dans le calcul horaire. Un projet sans maquette 3-D donne exactement le résultat des modèles analytiques 2-D qu'elle affine.

Ce qu'il couvre

- L'ombrage proche par sous-chaîne de diodes de dérivation, échantillonné sur la vraie disposition des cellules — la cellule la plus ombragée limite le courant de sa sous-chaîne.
- La pénombre due à la taille du disque solaire, et un mode optionnel par lancer de rayons qui utilise la position exacte du soleil à chaque heure de l'année.
- La lumière filtrée par les arbres, avec un feuillage qui suit les saisons.
- Le masquage du rayonnement diffus : la part de ciel que voit chaque champ, direction par direction.
- L'irradiance en face arrière des modules bifaciaux, d'après ce qui entoure réellement l'arrière du champ.
- L'horizon lointain dû au relief et aux bâtiments, jamais compté deux fois avec l'horizon PVGIS.
- Le coût électrique de l'ombre, calculé et non supposé : diodes de dérivation, désappariement dans et entre les chaînes.

Ce que cette note ne contient pas

De résultats. Les vérifications quantitatives prévues par l'article — face à un calcul de référence par lancer de rayons, face à la scène 3-D d'ombrage de PVsyst et aux outils open source pvfactors et bifacial_radiance, et sur des systèmes ombragés instrumentés — sont définies mais pas encore réalisées. Rien dans cette note n'est une affirmation de précision.

À lire dès maintenant

- L'article de validation, publié sous forme de rapport technique : pvspline.fr/papers/validation
- Les deux articles et la chaîne de modèles qu'ils mettent en œuvre : pvspline.fr/fr/publications
- Questions : contact@pvspline.fr