



CAPEX/OPEX LCOE of a PV system



Pati RAKOTONIAINA, Ph.D

1. Introduction CAPEX / OPEX
2. Définition du **CAPEX**
3. Composants du **CAPEX photovoltaïque**
4. Ordres de grandeur des coûts
5. Définition de l'**OPEX**
6. Composants de l'OPEX
7. Ordres de grandeur OPEX
8. Importance CAPEX vs OPEX dans les projets PV
9. Lien avec le **LCOE (Levelized Cost of Energy)**

Rappel rapide

CAPEX (Capital Expenditure)

→ Investissement initial pour construire la centrale solaire.

Principaux postes :

- Modules photovoltaïques
- Onduleurs
- Structures de montage
- Câbles et équipements électriques
- Installation (EPC)
- Raccordement réseau
- Études et permis

Ordres de grandeur (Europe)

- Utility scale : 700 – 1200 €/kW
- Toiture industrielle : 900 – 1400 €/kW
- Résidentiel : 1200 – 2000 €/kW

What is CAPEX?

- CAPEX (Capital Expenditure) = Initial investment required to build a photovoltaic installation.
- Includes all costs before the plant becomes operational.

Typical PV CAPEX Ranges

- Utility-scale solar: ~700–1200 €/kW
- Commercial rooftop: ~900–1400 €/kW
- Residential rooftop: ~1200–2000 €/kW
- Costs vary depending on location, labor, technology, and scale.

What is OPEX?

OPEX (Operational Expenditure)

→ Coûts d'exploitation pendant la durée de vie (~25-30 ans).

Principaux postes :

- Maintenance préventive et corrective
- Nettoyage des panneaux
- Monitoring et supervision
- Assurance
- Remplacement onduleurs (~10-15 ans)
- Location terrain (centrales au sol)

Ordres de grandeur

- Utility scale : **10 – 25 €/kW/an**
- Commercial : **15 – 30 €/kW/an**

Typical OPEX Components

- - Monitoring and performance management
- - Cleaning of modules
- - Preventive and corrective maintenance
- - Inverter replacement (after ~10–15 years)
- - Insurance
- - Land lease (for ground-mounted systems)
- - Administrative and management costs

Typical PV OPEX Ranges

- Utility-scale solar: ~10–25 €/kW/year
- Commercial systems: ~15–30 €/kW/year
- Residential: usually low, ~1–2% of CAPEX per year

LCOE du Photovoltaïque (PV)

- Levelized Cost of Energy
- Indicateur clé pour évaluer le coût réel de l'électricité solaire sur toute la durée de vie d'un projet.

Définition du LCOE

- Le LCOE représente le coût moyen de production d'électricité sur toute la durée de vie d'une installation.
- Il inclut les investissements initiaux, les coûts d'exploitation et la production d'énergie totale.

Formule du LCOE

- $\text{LCOE} = (\text{CAPEX} + \text{Somme des OPEX actualisés}) / \text{Somme de l'énergie produite actualisée}$
- LCOE est généralement exprimé en €/MWh ou €/kWh.

Paramètres principaux du LCOE

- - CAPEX (investissement initial)
- - OPEX (coûts d'exploitation)
- - Durée de vie du projet (25–30 ans)
- - Production annuelle d'électricité
- - Taux d'actualisation (coût du capital)

Facteurs influençant le LCOE PV

- - Ensoleillement du site
- - Coût des modules et onduleurs
- - Performance du système
- - Dégradation des panneaux
- - Coût du financement

Ordres de grandeur du LCOE solaire

- Europe : ~30 – 70 €/MWh
- Zones très ensoleillées : ~20 – 40 €/MWh
- Résidentiel : généralement plus élevé (~80 – 150 €/MWh)

Pourquoi le LCOE est important

- - Comparer différentes technologies énergétiques
- - Évaluer la rentabilité d'un projet solaire
- - Aider à la prise de décision d'investissement
- - Utilisé dans les appels d'offres énergétiques

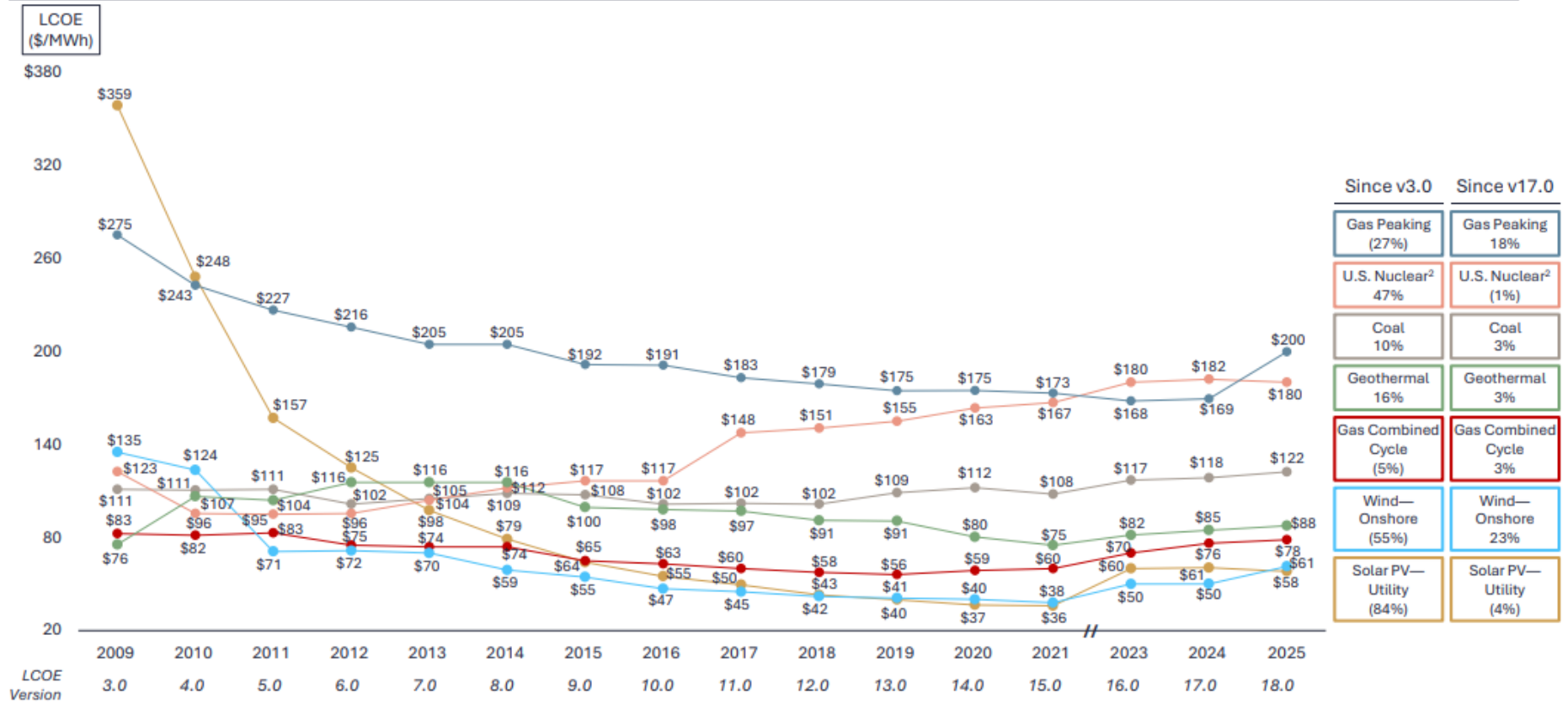
Tendance du LCOE du photovoltaïque

- Le LCOE du solaire a fortement diminué depuis 2010 grâce à :
 - - Baisse du prix des modules
 - - Amélioration de l'efficacité
 - - Économies d'échelle
 - - Amélioration des financements

Levelized Cost of Energy Comparison—Historical LCOE Comparison

Lazard's LCOE analysis indicates significant historical cost declines for utility-scale renewable energy generation technologies, which has begun to level out and even slightly increase in recent years

Selected Historical Average LCOE Values¹



Source: Lazard estimates and publicly available information.
 1 Reflects the average of the high and low LCOE for each respective technology in each respective year. Percentages represent the total change in the average LCOE since Lazard's LCOE v3.0 and LCOE v17.0, respectively.
 2 Given the limited public and/or observable data available for new-build nuclear projects, the LCOE presented herein reflects Lazard's LCOE v14.0 results adjusted for inflation and are based on then-estimated costs of the Vogtle Plant.

Conclusion

- Le photovoltaïque est aujourd'hui l'une des sources d'électricité les moins chères dans de nombreuses régions du monde.
- Le LCOE est l'indicateur central pour analyser sa compétitivité.

Misaotra Betsaka !

