



Workshop - Outil de calcul de rentabilité des projets photovoltaïques en Tunisie

Christian Grundner
Céline Najdawi

eclareon Consultants
Tunis, 28 Octobre 2014

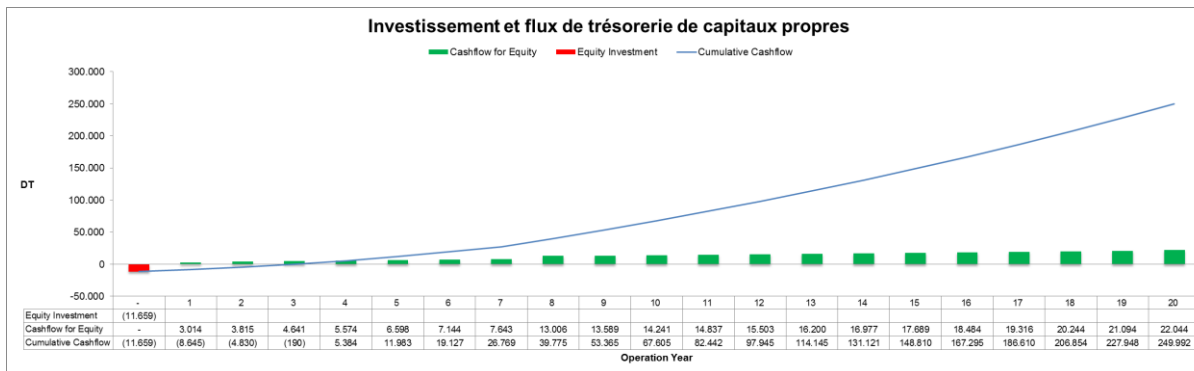
Sommaire

- **Introduction**
- **Structure de l'outil**
- **Données d'entrée**
- **Construction et Exploitation**
 - Exercice
- **Financement et capitaux propres**
 - Exercice
- **Cascade des flux de trésorerie**
- **Analyse de sensibilité**
 - Exercice

Introduction au potentiel de l'outil de calcul de rentabilité des projets PV

• **A quoi sert l'outil?**

- Permet de calculer la rentabilité des projets PV pour tous les segments de marché PV en Tunisie
- Les résultats présentés sous forme de graphique donnent un aperçu des flux de trésorerie du projet
- Les paramètres financiers indiquent la rentabilité et les risques des investissements
- Permet de tester la sensibilité d'un projet aux changements des conditions-cadres (tarifs d'électricité, coût du système etc.)
- Permet de confirmer les résultats et les prévisions de rentabilité d'un projet tels que présentés par des tierces personnes. Le cas échéant, l'outil permet d'identifier les raisons pour lesquelles les résultats diffèrent (ex: différentes hypothèses de base)

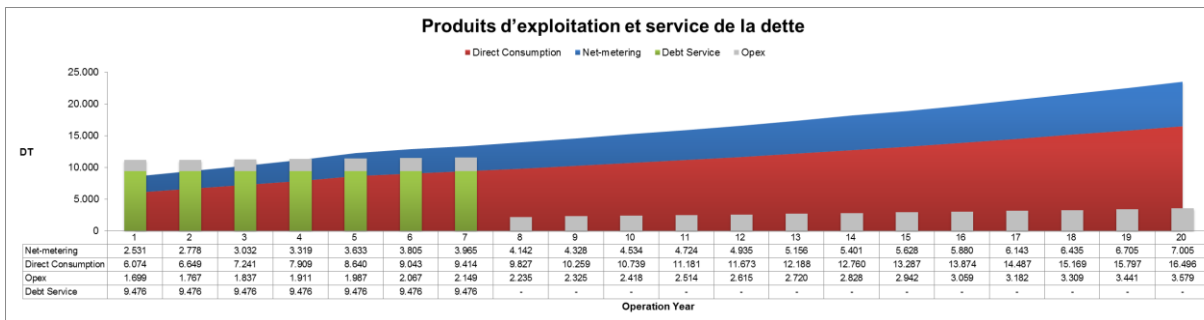


Results		
Net-Present-Value	DT	41.589
Project IRR	%	8,56%
Equity IRR	%	11,83%
Amortization	Years	9,06
LCOE	DT/kWh	0,12
Min DSCR	x	0,73 x
Min LLCR	x	0,96 x

Principales raisons de l'utilisation d'un outil de simulation des flux de trésorerie pour l'évaluation d'un projet PV

- **Pourquoi utiliser l'outil?**

- Afin d'optimiser les projets en déterminant la taille de l'installation, le montant de la dette, la durée du crédit ou encore le TRI des capitaux propres
- Afin de comprendre les rouages du projet et le modèle commercial utilisé, pour ensuite comprendre les risques éventuels associés au projet (analyse des scénarios)
- Pour découvrir des segments de marché réellement attractifs et pouvoir associer des chiffres concrets aux discussions avec les banques et développeurs de projets
- Pour bénéficier de la transparence qu'offre l'outil concernant les méthodes de calcul (contrairement aux calculs opaques des outils de planification technique standards)
- Afin d'établir une évaluation initiale du projet sans pour autant établir une planification technique détaillée

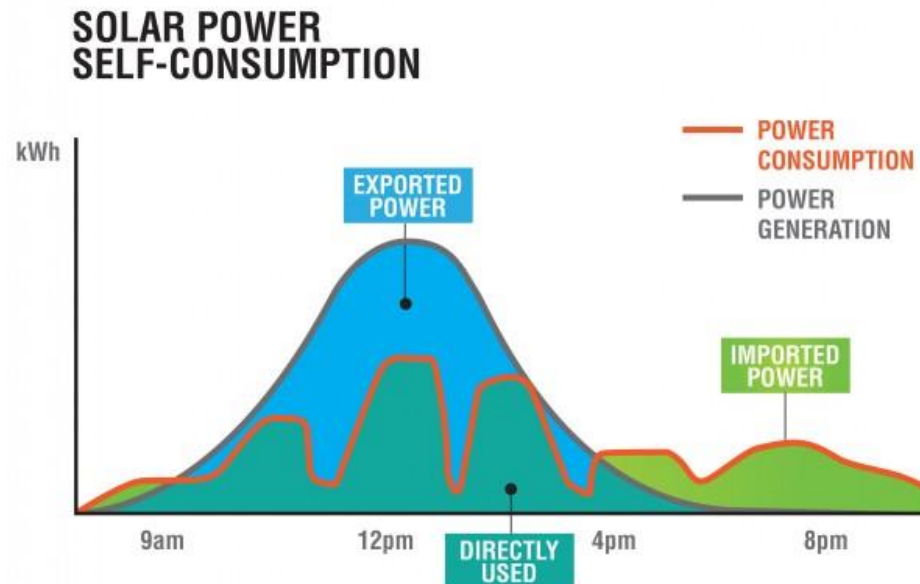


Investment		
Durée du projet	Years	20
Subventions	DT	9.600
Ratio d'endettement	%	70%
Durée de crédit	Years	7
Taux d'intérêt	%	5,94%
Taux d'actualisation des flux de trés %		8%
Min DSCR	x	0,73 x
Min LLCR	x	0,96 x

Introduction aux connaissances de fond 1/4

- **Les modèles commerciaux PV**

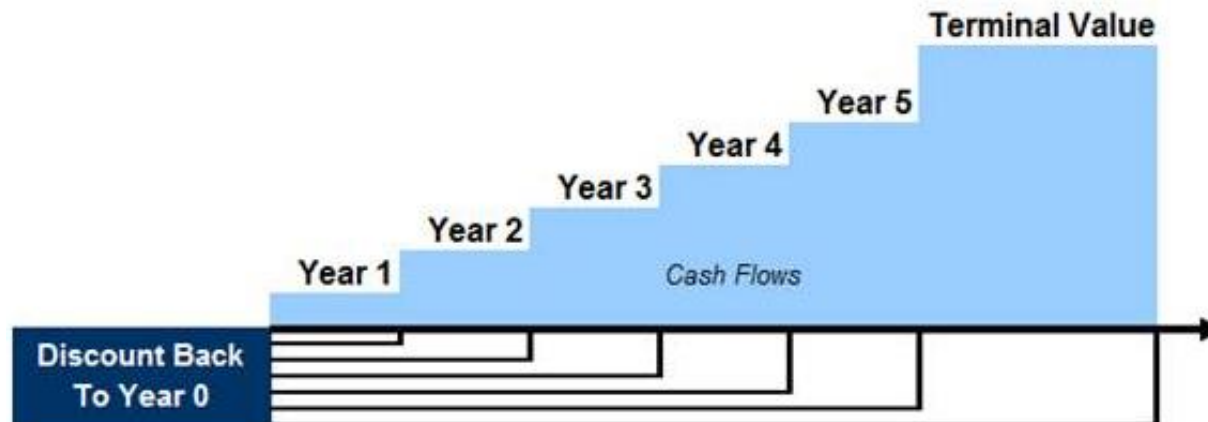
- Les calculs sur les conditions économiques des projets PV reposent sur la consommation directe d'électricité PV ainsi que sur le recours au net-metering pour l'électricité PV excédentaire.
- La structure tarifaire pour l'électricité en basse tension permet aussi des économies indirectes grâce aux tarifs moins élevés de l'électricité résiduelle.
- Les économies effectuées sont considérées dans l'analyse des flux de trésorerie actualisés ainsi que pour le calcul du coût moyen actualisé de l'énergie (LCOE)



Introduction aux connaissances de fond 2/4

- **Analyse des flux de trésorerie actualisés**

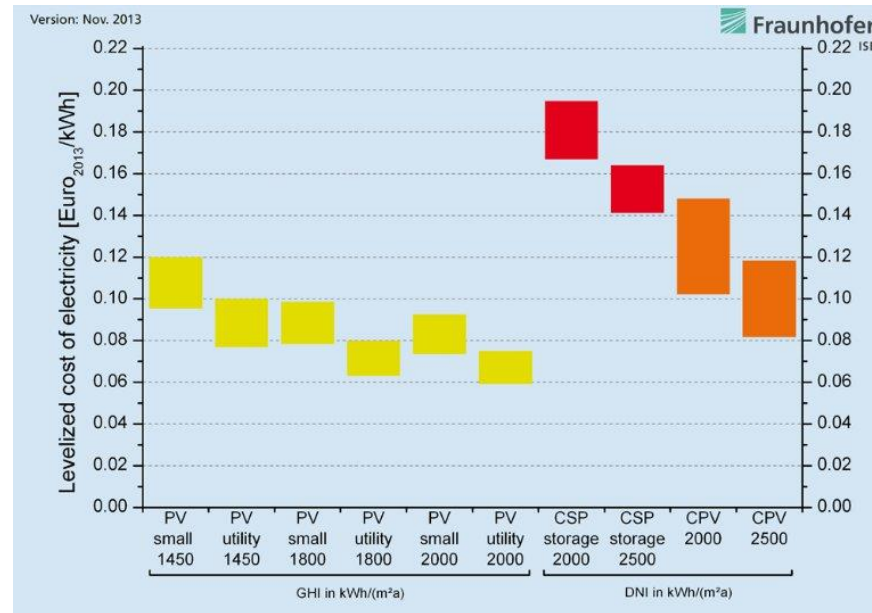
- L'analyse des flux de trésorerie actualisés est une méthode qui permet de valoriser un projet en tenant compte de la **valeur temporelle de l'argent**
- Tous les flux de trésorerie futurs sont estimés et actualisés afin de leur attribuer une valeur actuelle. La somme de tous les flux de trésorerie futurs correspond à la **valeur actualisée nette (VAN)**



Introduction aux connaissances de fond 3/4

- **Coût Moyen Actualisé de l'Énergie**

- Le coût moyen actualisé de l'énergie est le **coût auquel l'électricité doit être produite** afin d'atteindre un **seuil de rentabilité pendant la durée du projet**.
- Il prend en compte tous les **coûts intervenant pendant la durée du projet**: investissement initial, exploitation et maintenance, prix du carburant, coût du capital.



Introduction aux connaissances de fond 4/4

- Les flux de trésorerie d'un projet sont présentés à travers une **cascade des flux de trésorerie** visualisant la priorité de chaque entrée et sortie de trésorerie.
- Le flux de trésorerie disponibles au service de la dette est calculé dans la cascade des flux de trésorerie en effectuant la compensation des flux de trésorerie suivants:
 - Recettes d'exploitation, coûts d'exploitation, dépenses en capital, financement de la dette et des capitaux propres, taxes et ajustements relatifs au fonds de roulement
- Le flux de trésorerie disponible au service de la dette est **l'élément le plus important** de la cascade des flux de trésorerie, car il permet de calculer le remboursement de la dette et les ratios suivants:
 - **Ratio de couverture du service de la dette:** mesure combien de fois le service de la dette peut être payé au cours de chaque période
 - **Ratio de couverture pendant la durée du prêt:** mesure combien de fois le flux de trésorerie actualisé est en mesure de payer le solde de prêt pendant la durée du crédit
 - **Ratio de couverture pendant la durée du projet:** Correspond au ratio de couverture pendant la durée du projet

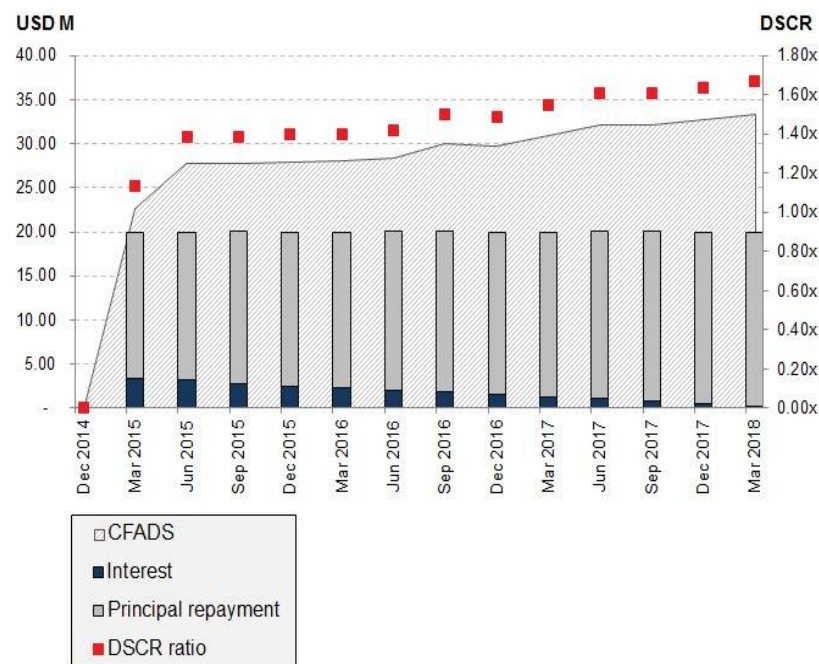
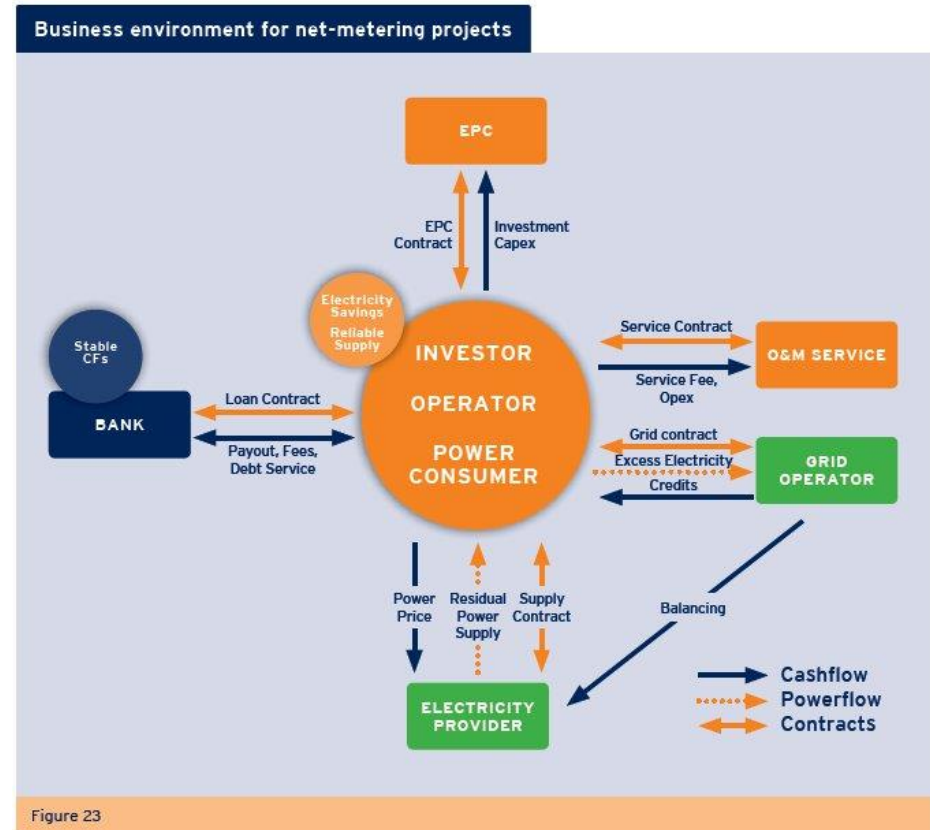


IMAGE 2: CHART ILLUSTRATING THE RELATIONSHIP BETWEEN CFADS AND DSCR IN A PROJECT FINANCE TRANSACTION

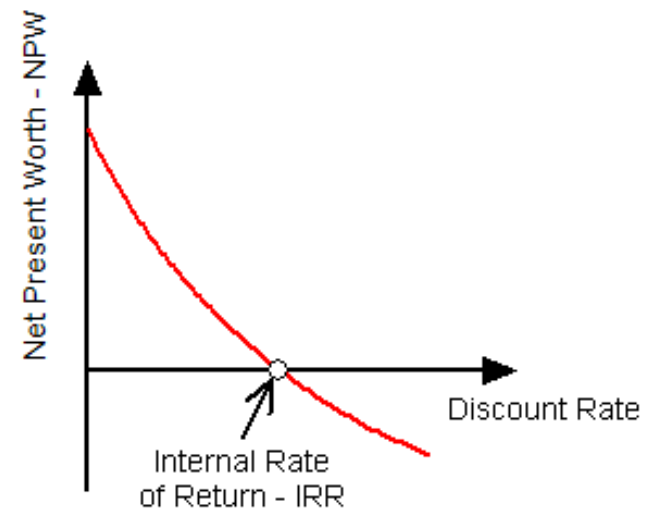
L'outil utilise l'approche du financement de projet, qui vise à générer un flux de trésorerie net positif au cours de chaque période d'exploitation

- **Financement de projet vs Financement du bilan**
 - **Le financement de projet** correspond au financement à long-terme de projets industriels ou d'infrastructure, calculé en fonction des prévisions de flux de trésorerie du projet et non en fonction du bilan des promoteurs de projet
 - Le financement de projet comprend des prêts dits "sans recours" ou "avec droit de recours limité", qui sont basés sur la seule rentabilité du projet. Cette approche permet au promoteur de limiter les risques au delà de l'investissement et que l'opération ne pèse pas sur ses comptes.

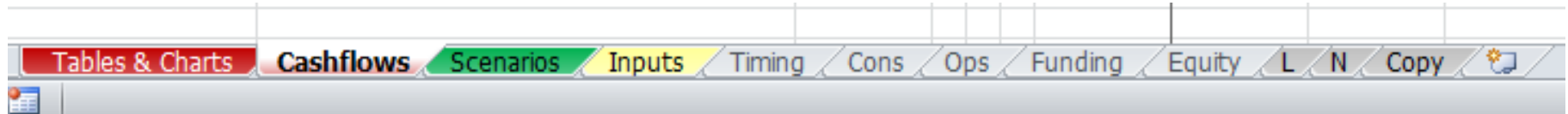


L'outil a recours aux calculs du TRI modifié avec des TRI différents pour le réinvestissement des revenus

- Le calcul du TRI standard part du principe que les revenus sont réinvestis avec le même taux d'actualisation, bien qu'en réalité il est difficile d'accéder à des projets disposant de TRI comparables
 - **TRI du projet** – les flux de trésorerie liés au financement (principal, intérêt) ne sont pas pris en compte
 - **TRI des capitaux propres** – les prélèvements de la dette ainsi que le remboursement du principal et des intérêts sont déduits des flux de trésorerie. Le reste entre en compte dans le calcul du rendement des capitaux propres
 - **TRI modifié** – le réinvestissement des flux de trésorerie avec le même TRI est généralement impossible car le développement de projets PV comparables est limité pour les investisseurs. La méthode du TRI modifié permet le recours à un taux d'emprunt différent du taux de réinvestissement appliqué pendant l'exploitation du projet



L'outil offre une structure transparente qui présente les étapes de réalisation du projet et les résultats des simulations dans des feuilles excel séparées



• Aperçu des feuilles Excel

- **Tableaux et graphiques** – Contient les résultats de l'hypothèse de référence
- **Flux de trésorerie** – Détails sur la cascade des flux de trésorerie
- **Scénarios** – Contient l'analyse des scénarios ainsi que des graphiques illustrant les résultats
- **Données d'entrée** – Contient toutes les données d'entrée utilisées pour l'outil (beaucoup d'informations sont reprises dans la feuille des scénarios)
- **Délais** – Indique les différentes phases du projet (dates et indices)
- **Construction (Cons)** – Précise les listes de dépenses pour la construction de l'installation
- **Exploitation (Exp)** – Précise les volumes, les prix et les coûts d'exploitation du projet
- **Financement** – Précise les sources de financement et les modalités de remboursement
- **Capitaux propres** – Précise les prévisions de dividendes et les indicateurs de rendement de l'investissement

La feuille des données d'entrée contient tous les paramètres utilisés dans l'outil de calcul de rentabilité. Les paramètres les plus importants peuvent être modifiés via la feuille des scénarios.

- Les cellules **jaunes** peuvent être modifiées par l'utilisateur
- Les cellules **vertes** contiennent les données provenant de la feuille des scénarios
- Phase “construction” calculée sur une base mensuelle et phase “exploitation” sur une base annuelle
- **Catégories des données d'entrée:**
 - **Délais**, précisant la date de début et de fin des phases de construction et d'exploitation
 - **Construction**, précisant les coûts des systèmes ainsi que les catégories de coût
 - **Exploitation**, déterminant l'hypothèse de base concernant la production électrique nette PV
 - **Économies d'électricité**, définissant les économies directes et indirectes
 - **Coûts d'exploitation (OpEx)**, incluant les coûts fixes et variables ainsi que les dépenses en immobilisations permanentes
 - **Financement**, incluant la détermination du montant de la dette, les modalités de remboursement et les capitaux propres
 - **Capitaux propres**, précisant les dividendes et le coût moyen pondéré du capital (WACC**)
 - **Éléments macroéconomiques**, indiquant le taux de référence et l'augmentation des coûts

Exercice: Veuillez modifier les éléments suivants dans la feuille des données d'entrée, puis expliquer les changements observés dans les feuilles "Construction", "Opérations" et "Tableau et graphiques"

- Modifiez la *durée du projet* de 20 à 25 ans
- Ajoutez une *éventualité d'augmentation du coût* de 10%
- Changez les coûts des systèmes manuellement
- Modifiez les tarifs d'électricité en ajoutant une nouvelle catégorie supérieure à 500 kWh
- Modifiez l'augmentation des coûts d'électricité à 5% durant les 5 premières années

Résultats : Constatez et expliquez les effets des changements effectués sur la rentabilité, les économies et le LCOE

- **Modification de la *durée du projet* de 20 à 25 ans**
 - Fait diminuer le coût moyen actualisé de l'énergie (LCOE) et augmenter la valeur actualisée nette (VAN)
- **Ajout d'une *éventualité d'augmentation du coût* de 10%**
 - Augmente le prix total de l'installation avec un effet direct sur la rentabilité et le coût moyen actualisé de l'énergie (LCOE)
- **Changement manuel des coûts de système**
 - Impacte directement la rentabilité et le coût moyen actualisé de l'énergie (LCOE)
- **Augmentation des tarifs d'électricité en ajoutant une nouvelle catégorie supérieure à 500 kWh**
 - Augmente les économies directes et la rentabilité, sans pour autant avoir d'effet sur les économies indirectes
- **Modification de l'augmentation des coûts d'électricité à 5% durant les 5 premières années**
 - A un effet important sur la rentabilité, notamment dû à l'augmentation constante de l'électricité dans les années suivantes

La feuille “Construction” détermine le profil des dépenses ainsi que des utilisations de financement pendant la phase de construction de l’installation PV

- **Le profil des dépenses et des coûts représente un flux de trésorerie négatif avant la phase d’exploitation de l’installation**
 - Possibilité d’inclure des éventualités/imprévus
 - Les dépenses d’acquisition du terrain peuvent être prises en compte dans l’outil
 - Les flux de trésorerie surviennent toujours à la fin de la période définie
- **Utilisation du financement**
 - Dette de premier rang et prélèvements de capitaux propres
 - L’outil effectue d’abord les prélèvements des capitaux propres, avant d’effectuer les prélèvements de la dette
 - L’outil prévoit l’utilisation de capitaux propres supplémentaires en cas de besoin
- **Interêts et frais de financement pendant la phase de construction**
 - La commission initiale est payée au moment de la clôture des financements
 - La commission initiale est payée en fonction du montant du prêt non utilisé
 - L’intérêt prend en compte le taux de référence ainsi que la marge estimée en fonction des risques du projet

La feuille “Exp” détermine la production d’électricité, les recettes et les coûts survenant pendant la phase d’exploitation de l’installation

- **Production d’électricité**

- La dégradation des modules PV est incluse à travers l’indice de la feuille des délais
- L’outil prend en compte une durée de vie moyenne des installations PV allant de 20 à 25 ans
- Le facteur de performance peut prendre en compte la diminution des performances (ex: perte d’électricité du réseau lors du net-metering)

- **Recettes (en BT)**

- Économies directes dues à la baisse de la consommation de l’électricité du réseau
- Économies indirectes dues au tarif inférieur appliqué à l’électricité restante consommée sur le réseau
- Moyenne Tension: économies grâce au net metering qui permet d’éviter les frais d’utilisation du réseau

- **Coûts d’exploitation**

- Coût fixes tels que les coûts d’opération et de maintenance de l’installation
- Coût variables tels que le bail foncier, qui peut varier en fonction de la production
- Les coûts augmentent en fonction du taux d’inflation

- **Dépenses en immobilisations permanentes**

- Ex: Remplacement de l’onduleur après 10 années d’exploitation

La feuille “Financement” détermine les capitaux propres et le montant de la dette, et calcule le ratio de la dette

- **Compte d’emprunt**
 - Le compte d’emprunt est utilisé pour calculer le montant de l’intérêt pendant la période d’exploitation
 - Le mode de remboursement utilisé dans l’outil est le remboursement par annuités
 - Le compte d’emprunt prend en compte les modalités de remboursement du crédit ainsi que la durée de grâce (optionnelle)
- **Remboursement par annuités**
 - Remboursement régulier d’une somme fixe, composé de l’intérêt et du remboursement du principal
 - Avec le temps, le remboursement du principal augmente tandis que l’intérêt baisse
- **Marge d’intérêt**
 - La marge est facturée en plus du taux de référence et peut varier en fonction du risque du projet
 - La marge peut diminuer avec le temps dû au fait que le risque diminue après plusieurs années d’exploitation
- **Durée du crédit et période de grâce**
 - Durée totale du crédit
 - La durée du crédit peut comprendre un délai de grâce ainsi qu’une période de remboursement (les intérêts doivent quand même être payés pendant le délai de grâce)
 - La dette peut être refinancée pendant la durée du crédit

Le ratio de la dette est l'indicateur clé pour évaluer le risque du projet du point de vue des banques

- **Ratio de couverture du service de la dette (DSCR)**

- Mesure combien de fois le service de la dette peut être payé au cours de chaque période du projet
- Calculé en divisant le flux de trésorerie disponible au service de la dette (**CFADS**) par le service de la dette
- Le remboursement du principal et l'intérêt sont inclus dans le service de la dette
- Un ratio de 2,00x signifie qu'il y a deux fois plus de flux de trésorerie pour payer le remboursement du principal et l'intérêt dans la période donnée
- En général, les banques réclament un ratio de couverture du service de la dette minimum de 1,20x pour les projets PV fonctionnant avec un tarif d'achat

- **Ratio de couverture pendant la durée du prêt (LLCR)**

- Mesure combien de fois le flux de trésorerie actualisé est en mesure de payer le solde de prêt pendant la durée du crédit
- Correspond au flux de trésorerie actualisé disponible au service de la dette (Discounted CFADS) divisé par le montant restant du service de la dette
- Un ratio de 2.00x signifie que le flux de trésorerie actualisé peut payer le solde de prêt deux fois pendant la durée du crédit

- **Ratio de couverture pendant la durée du projet (PLCR)**

- Correspond au ratio de couverture pendant la durée du projet

La feuille des “Capitaux propres” détermine les dividendes et les retours et calcule les indicateurs de performance pour les investisseurs (TRI, Amortissement, VAN)

- **Dividendes**

- Paiements versés aux acteurs du projet
- Les projets basés sur du financement sans recours ont normalement un compte de réserve pour la dette (par exemple: Contrats d'achat d'électricité)
- Les projets en autoconsommation sont financés avec recours et avec un ratio de distribution des dividendes de 100% ainsi que des injections de capitaux propres en cas de besoin

- **Ratio des capitaux propres**

- Basé sur les retours des capitaux propres de tous les acteurs du projet
- TRI des capitaux propres
 - Basé sur tous les investissements et les injections de capitaux propres ainsi que sur le flux de trésorerie disponible durant la durée du projet
- Valeur actualisée nette
 - Valeur actuelle de tous les flux de trésorerie futurs, actualisé à l'intérêt d'un investissement alternatif adapté au risque
- Amortissement
 - Correspond à la période après le retour des capitaux propres initiaux et supplémentaires

Exercice: Veuillez modifier les éléments suivants dans la feuille des données d'entrée, puis expliquez les changements observés pour les indicateurs de performance économique

- **Changez la durée du crédit à 12 ans et expliquez les résultats obtenus concernant le ratio de couverture du service de la dette (DSCR)**
- **Modifiez le délai de grâce à 1 an et expliquez les résultats obtenus concernant le ratio de couverture pendant la durée du prêt (LLCR)**
- **Modifiez le rendement solaire et expliquez les résultats obtenus concernant l'amortissement**
- **Changez le taux d'actualisation et expliquez les résultats obtenus concernant la valeur actualisée nette (VAN)**

Résultats : Constatez et expliquez les effets des changements effectués sur les indicateurs de performance économique

- **Changez la durée du crédit à 12 ans et expliquez les résultats obtenus concernant le ratio de couverture du service de la dette (DSCR)**
 - Une durée de crédit plus longue entraîne un service de la dette moins élevé pour chaque période, et donc un ratio de couverture du service de la dette plus élevé et moins de risque
- **Modifiez le délai de grâce à 1 an et expliquez les résultats obtenus concernant le ratio de couverture pendant la durée du prêt (LLCR)**
 - Le période de grâce raccourcit la durée du crédit, ce qui a pour effet de diminuer le LLCR
- **Modifiez le rendement solaire et expliquez les résultats obtenus concernant l'amortissement**
 - Plus le rendement est élevé, plus la période d'amortissement est courte
- **Changez le taux d'actualisation et expliquez les résultats obtenus concernant la VAN**
 - Un taux d'actualisation élevé a pour effet de baisser la VAN et vice versa

La cascade des flux de trésorerie est une illustration des flux de trésorerie en fonction de la priorité de chaque entrée et sortie de trésorerie

- **La cascade des flux de trésorerie est favorisée par les banques pour les opérations de financement de projet afin d'évaluer la sécurité et les liquidités du projet. Les catégories principales sont:**
 - Recettes d'exploitation et autres revenus
 - Coûts d'exploitation et dépenses en capital
 - Financement
 - Taxes
 - Service de la dette: remboursement du principal et des intérêts
 - Dividendes
 - Mouvements nets du solde de trésorerie
- **Le flux de trésorerie disponible au service de la dette (CFADS) est l'élément le plus important pour les opérations bancaires, car il permet de calculer le remboursement de la dette**
 - Flux de trésorerie généré par les opérations
 - Flux de trésorerie disponible au service de la dette (**CFADS**)
 - Flux de trésorerie avant financement
 - Flux de trésorerie disponible pour le compte de réserve de la dette
 - Flux de trésorerie des capitaux propres
 - Flux de trésorerie net

L'analyse des scénarios est essentielle pour évaluer tout l'éventail d'issues possibles dans le cas où l'hypothèse de base est modifiée

- **La flexibilité des paramètres clés permet de tester efficacement les sensibilités des données principales sans pour autant changer la structure de l'outil de calcul**
- **Les scénarios sont calculés et appliqués automatiquement, sans modifier l'hypothèse de référence**
- **Afin d'évaluer le projet sur la base d'hypothèses favorables et défavorables**
 - Up/Down du rendement spécifique
 - Up/Down de l'augmentation du prix de l'électricité
 - Up/Down de la subvention à l'investissement
 - Up/Down de la consommation mensuelle d'électricité
- **Le résultat se présente sous la forme d'un graphique avec les résultats principaux de tous les scénarios**
 - TRI des capitaux propres et TRI du projet
 - Amortissement
 - Ratio de couverture du service de la dette (DSCR) et Ratio de couverture pendant la durée du prêt (LLCR)
 - Coût moyen actualisé de l'énergie (LCOE)

Exercice: Veuillez vous familiariser avec la feuille des scénarios et remplacer les données d'entrée de l'hypothèse de référence par des hypothèses alternatives

- **Modifiez le scénario “spare” dans le tableau de sélection de l'hypothèse de référence (taille de l'installation, consommation mensuelle d'électricité, ratio d'endettement, taux d'actualisation...)**
- **Quel effet peut avoir le changement du montant de la subvention? Modifiez l'hypothèse de référence concernant la subvention à l'investissement dans la feuille des données d'entrée et expliquez les changements obtenus au niveau de la sensibilité “subvention”?**
- **Augmentez le rendement spécifique et expliquez pourquoi le TRI et l'amortissement restent tels quels. En quoi est-ce lié a la sensibilité “consommation mensuelle”?**
- **Modifiez la durée du crédit à 15 ans et l'augmentation du prix de l'électricité à 0% et expliquez l'effet obtenu sur le taux d'intérêt**

Résultats : Constatez et expliquez les effets des changements effectués dans les données d'entrée de l'hypothèse de référence.

- **Modifiez le scénario “spare” dans le tableau de sélection de l'hypothèse de référence (taille de l'installation, consommation mensuelle d'électricité, ratio d'endettement, taux d'actualisation...)**
- **Quel effet peut avoir le changement de subvention? Modifiez l'hypothèse de référence concernant la subvention à l'investissement dans la feuille des données d'entrée et expliquez les changements obtenus au niveau de la sensibilité “subvention”?**
 - Le type de subvention est sélectionné dans la feuille des données d'entrée et la sensibilité ne fait que jouer sur le montant de la subvention
- **Augmentez le rendement spécifique et expliquez pourquoi le TRI et l'amortissement restent tels quels. En quoi est-ce lié a la sensibilité “consommation mensuelle”?**
 - Dans le cas où la production PV et la consommation ne s'équilibrent pas sur une année, le reliquat d'électricité PV excédentaire ne peut être reporté sur l'année suivante
- **Modifiez la durée du crédit à 15 ans et l'augmentation du prix de l'électricité à 0% et expliquez l'effet obtenu sur le taux d'intérêt**
 - La sensibilité au taux d'intérêt est forte car le coût de la dette augmente en en termes absolus et relatifs.



eclareon

ideas into energy.

DISCLAIMER

Content

The content of this document has been carefully prepared and reviewed. However, eclareon does not guarantee the accuracy, completeness or quality of the information provided, or that it is up-to-date. Liability claims against eclareon in respect of material or immaterial damage caused by the use or non-use of the information offered or by inaccurate or incomplete information are in principle ruled out provided that there is no provable culpable intent or gross negligence on the company's part. Eclareon is not responsible for the content, availability, correctness or accuracy of the aforementioned information sources or of the offerings, links or advertisements therein. It is not liable for illegal, incorrect or incomplete content or in particular for damages arising from the use or non-use of the information provided on linked sites.

Copyright

In all publications, eclareon endeavours to comply with applicable copyrights. If, in spite of this, an infringement of copyright should occur, eclareon will after notification remove the relevant object from its publication or indicate the appropriate copyright.