

## Idée reçue n°14

### Le taux de retour énergétique des énergies renouvelables décroît inéluctablement, nous allons manquer d'énergie

#### En résumé

L'un des arguments souvent entendu pour remettre en cause l'utilité d'une transition vers les énergies renouvelables, consiste à utiliser le concept de taux de retour énergétique (EROI, ou EREOI), c'est-à-dire le rapport entre l'énergie récupérée dans un processus de production par rapport et l'énergie nécessaire pour la produire. Celui-ci serait à la fois faible dans les énergies renouvelables, et en déclin général dans le système énergétique, et pourrait à terme nous faire manquer d'énergie. La littérature, montre pourtant que l'EROEI, ou son équivalent EPBT (Energy payback time : temps pour payer sa dette énergétique) se sont spectaculairement améliorés ces dernières années, et continuent de le faire, avec l'amélioration du rendement des énergies renouvelables, l'efficacité de leur processus de production, et la décarbonation du système énergétique qui sert à les produire. Globalement, l'EROI est un indicateur dont l'utilité et la pertinence est largement critiqué.

#### **EROI des énergies renouvelables : des changements rapides, des idées reçues à mettre à jour !**

Il n'est jamais bon de tirer des conclusions à partir de données anciennes ! L'institut Fraunhofer, qui suit annuellement les performances de l'énergie photovoltaïque, l'illustre par exemple (Figure 1) pour cette énergie, à partir d'une métrique similaire : l'Énergie Payback Time (EPBT), c'est-à-dire le temps nécessaire pour produire l'énergie qui a été nécessaire à la production et à l'installation du panneau photovoltaïque. L'EPBT est passé de 7 à 8 ans pour les centrales de 1998, à 1,1 an pour les centrales de 2020, avec une courbe qui continue à se réduire fortement. En cause ? La baisse de quantité de matériaux (silicium) nécessaires pour produire les panneaux, les améliorations intrinsèques de la performance des cellules, mais aussi l'efficacité du système énergétique utilisé pour les produire, et notamment son électrification<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ce qui explique par exemple aussi que l'impact des modules chinois est de 16g de CO<sub>2</sub> par kWh, contre 9 grammes pour ceux produits en France

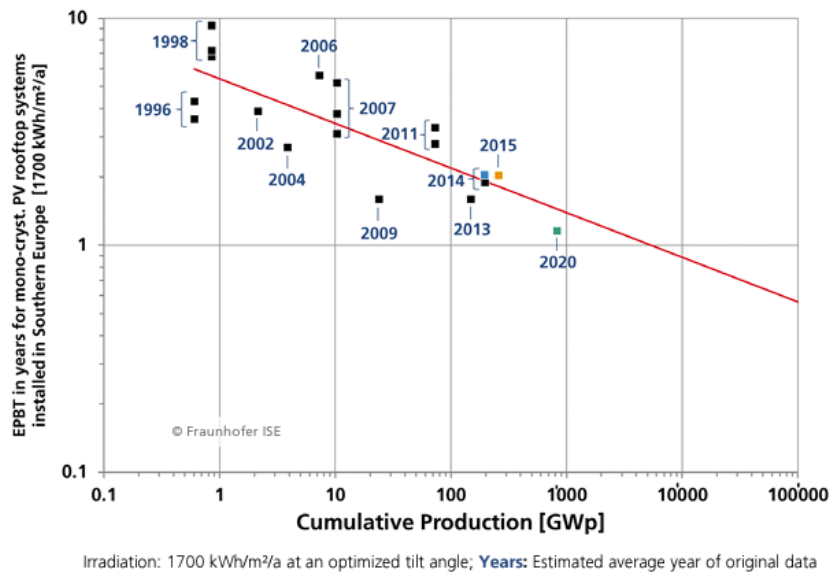


Figure 1 : Temps pour payer la dette énergétique de la construction des installations solaires (Energy Payback Time, EPBT)

Source : Fraunhofer Institute – Photovoltaics Report - 2023

### Que se passe-t-il si l'on réfléchit en termes de scénarios, stockage compris ?

Hélas, nous dit-on : le besoin de stockage des ENR variables compromet totalement cet optimisme, et suffit à compenser toute l'amélioration obtenue !

D'ici 2050, l'EROI du système énergétique mondial restera compris entre 16 et 25 pour un, selon une étude publiée dans *Nature*. Ce travail reprend neuf scénarios de transition publiés par divers organismes, dont l'agence internationale de l'énergie (AIE), et leur attribue un EROI d'ensemble en fonction du mix énergétique prévu à une date donnée. Et il montre en conclusion que le problème souvent évoqué d'EROI des renouvelables est simplement... inexistant.

Par exemple, vers 2030, quand la part des carburants fossiles commence à baisser rapidement dans le mix, l'EROI augmente de manière substantielle parce que l'EROI des renouvelables est supérieur à celui des fossiles à l'heure actuelle.

À tout moment, l'EROI du système dépasse largement 10:1, que certains considèrent comme un seuil pour un système viable (et que la majorité de la production pétrolière n'atteint plus de nos jours). Il est à noter qu'il y a peu de différence pratique entre un EROI de 25:1 (où 96% de l'énergie produite est disponible et 4% est utilisé pour soutenir la production) et un EROI de 16:1, où il reste encore 94% d'énergie utile). Au seuil de 10:1, il reste toujours 90% d'énergie utile.

Par ailleurs, les scénarios de l'AIE, qui laissent plus de place au nucléaire à l'horizon 2050, débouchent sur un EROI légèrement plus bas que les scénarios 100% renouvelables (16:1 contre 18:1). Une autre conclusion intéressante est que les carburants fossiles ajoutent de la vulnérabilité et non de la stabilité à long terme, parce que leur EROI en déclin fait aussi baisser l'EROI des systèmes énergétiques où ils continuent d'être utilisés.

## L'EROI : un concept très critiqué et peu utilisé

Il convient de rappeler les deux principales critiques du concept d'EROI : ces calculs ne couvrent pas forcément le même périmètre et ne prennent pas forcément en compte l'ensemble de la consommation d'énergie nécessaire à produire cette énergie, se limitant aux étapes les plus importantes...ou pas ; la seconde critique est que quand on compare des formes d'énergies différentes (comme du pétrole et de l'électricité), on compare en fait des pommes des poires...puisque un baril d'Arabie Saoudite ou de pétrole ex-sables bitumineux à encore un long chemin à parcourir avant de devenir une énergie utile (transport, raffinage, transport encore, stockage, distribution, puis transformation en énergie cinétique), et encore faut-il que la comparaison entre un litre dans un réservoir de voiture et un kWh d'électricité puisse faire sens. Ainsi, les EROIE souvent présentés plus faibles pour les énergies renouvelables sont en fait trompeurs, car pour les énergies fossiles cela ne prend pas en compte un grand nombre d'étapes et au final le service rendu n'est pas le même.

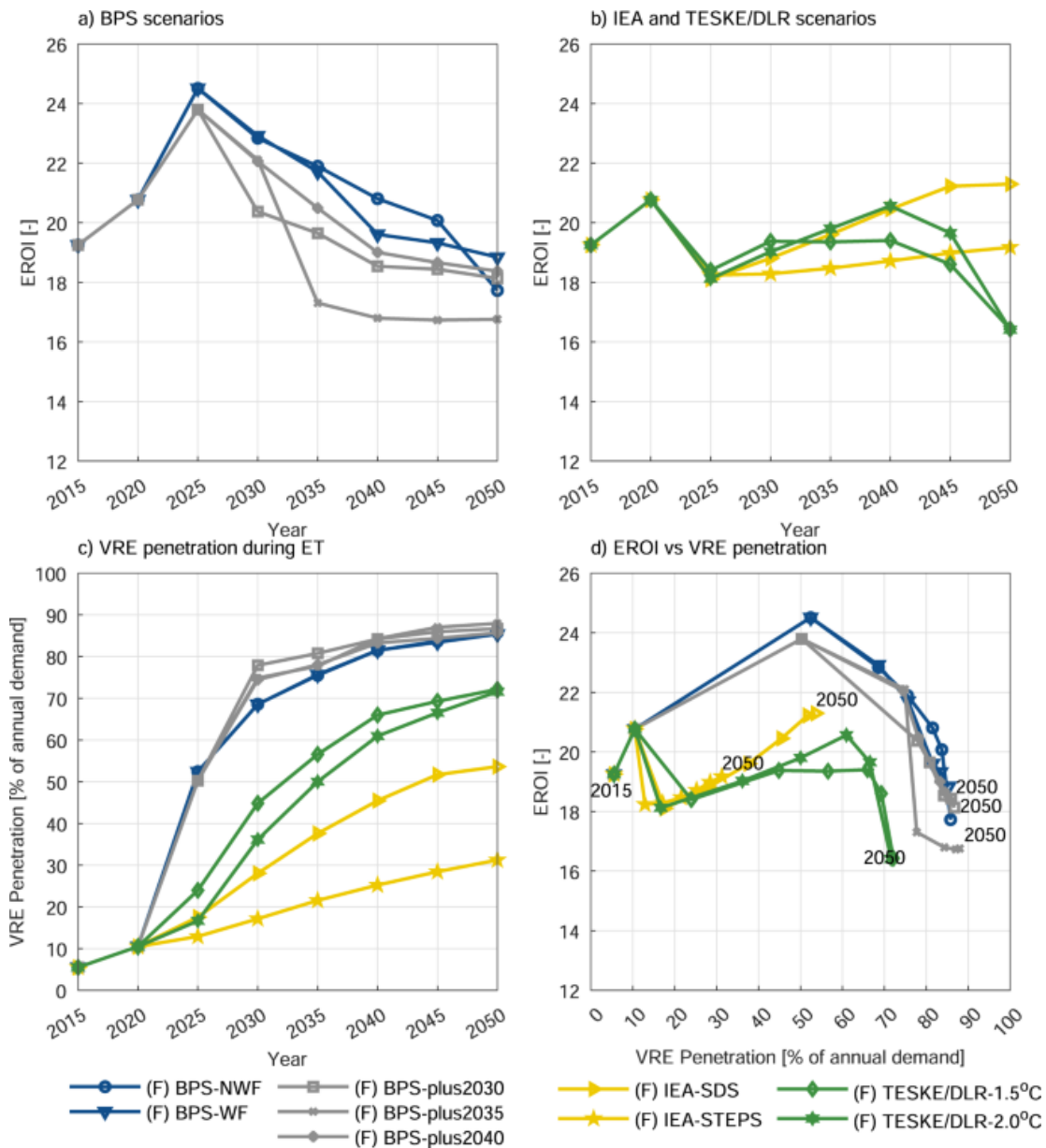


Figure 1 : Evolution du taux de retour énergétique dans 9 scénarios de décarbonation mondiaux à 2050 (haut, a) et b)), et évolution du taux de pénétration des énergies renouvelables variables (VRE) dans le temps c) lien entre pénétration des énergies renouvelables et EROI d) Au début, l'augmentation des ENR améliore l'EROI grâce à la substitution aux énergies fossiles. Au-delà de 50% d'ENR, l'EROI diminue, mais reste largement acceptable, souvent au-dessus de 18.

Références :

Sahim et al. Systemwide energy return on investment in a sustainable transition towards net zero power systems. Nature Communications. 15 : 208 (2024) <https://www.nature.com/articles/s41467-023-44232-9>

Pour une version vidéo, c'est ici, par *Le Réveilleur* : « Taux de retour énergétique. J.M. Jancovici dans l'erreur ? » <https://www.youtube.com/watch?v=HgfcZeGP7BA>

Sur l'EROEI du solaire : <https://energieetenvironnement.com/2021/05/23/le-taux-de-retour-energetique-du-solaire-atteindrait-jusqua-45-pour-1/> citant le rapport de l'institut Fraunhofer Photovoltaics Report. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>

Sur la critique de l'EROIE : <https://energieetenvironnement.com/2019/02/24/eroi-a-manipuler-avec-precaution/>

<https://cedricphilibert.net/leroi-des-c-s/>; <https://cedricphilibert.net/leroi-des-c-s-suite/>;  
<https://cedricphilibert.net/la-guerre-des-ners-leroi-est-mort-vive-leroi/>

Taux de retour énergétique : J.M. Jancovici dans l'erreur ?  
<https://www.youtube.com/watch?v=HgfcZeGP7BA>