

Réponse de Gérard Bonhomme et Jacques Treiner aux auteurs de l'article « Implications des taux de retour énergétique pour la transition bas-carbone », *Reflets de la Physique*, n°79, p. 32

Dans leur article, les auteurs contestent explicitement la méthodologie et la crédibilité de notre étude sur l'EROI (taux de retour énergétique), parue dans le n°77 de *Reflets de la Physique*, en première partie du dossier sur la transition énergétique (G. Bonhomme et J. Treiner, *Reflets de la Physique* 77 (2024) 24).

Leurs critiques s'articulent autour de deux points : (i) notre article s'appuierait sur une seule étude, ancienne et prétendument « âprement critiquée par la communauté » ; (ii) il négligerait des avancées méthodologiques, notamment en ce qui concerne le « bon périmètre » d'évaluation de l'EROI.

L'invocation d'un prétendu consensus communautaire revient à clore prématurément un débat pourtant loin d'être tranché, tant sur le fond que sur les méthodes. Nous contestons ici ce consensus, dont les présupposés méritent d'être discutés. Nous concentrons notre réponse sur deux points clés qui illustrent la pertinence et la solidité de notre approche.

1. Sur la méthodologie et le périmètre d'évaluation :

Les auteurs défendent une définition dite « harmonisée » de l'EROI au point d'utilisation, reposant sur l'article de D. J. Murphy *et al.* (D. J. Murphy *et al.*, *Sustainability* 14 (2022) 7098). Un commentaire récent de C. Hall et G. Palmer (C. Hall and G. Palmer, *Nature Energy* 10 (2025) 149) alerte toutefois sur une erreur méthodologique majeure : l'attribution systématique de certaines dépenses énergétiques au dénominateur fausse les calculs. Pour les fossiles, les coûts énergétiques de raffinage et de transport sont généralement couverts par l'énergie extraite elle-même : ils devraient donc être soustraits du numérateur, non ajoutés au dénominateur. Cette nuance, souvent ignorée, peut changer radicalement l'EROI calculé : si une source fournit 100 unités d'énergie pour 5 investies, son EROI est de 20 ; mais si l'on ajoute 20 unités au dénominateur pour le transport/raffinage, on obtient un EROI de 4, alors qu'une approche correcte donnerait 16 (80/5).

Pour les énergies renouvelables, en revanche, les coûts d'intégration au réseau et de stockage sont externes à la production et doivent bien figurer au dénominateur. Or, à notre connaissance, aucun travail n'analyse systématiquement les besoins de stockage selon la composition réelle d'un mix électrique. En omettant ces effets systémiques, le « consensus » conclut à un EROI des renouvelables supérieur à celui des fossiles, ce qui, selon nous, reste à démontrer.

2. Sur l'électricité et les limites des approches harmonisées :

L'électricité, contrairement aux énergies de stock, doit être consommée immédiatement ou injectée dans un réseau. Les approches harmonisées ne prennent pas en compte, ou seulement très partiellement, les coûts énergétiques liés aux réseaux et au stockage, qui dépendent fortement de la proportion de sources intermittentes (solaire, éolien) et pilotables (hydraulique, nucléaire, thermique) dans le système. Par ailleurs, nous contestons les définitions variables de l'énergie primaire utilisées par la « communauté », comme exposé dans l'encadré de l'article. Le recours à l'exergie, proposé par Weissbach, permet de comparer des formes d'énergie hétérogènes sans recourir à des conventions arbitraires, source d'une dispersion accrue des EROI.

C'est précisément la prise en compte du système électrique dans son ensemble qui nous a conduits à réaliser, avec deux collègues spécialistes du stockage, une étude montrant que l'EROI ne peut être évalué de façon pertinente qu'à l'échelle du bouquet électrique global, en tenant compte du taux de pénétration des renouvelables (voir M. Fontecave *et al.*, *Comptes Rendus Chimie* 28 (2025) 465).

Enfin, cette dernière étude confirme que les critiques adressées à notre article du n°77 de *Reflets de la Physique* portant sur l'ancienneté de certaines sources, sont infondées. Elles n'invalident en rien nos conclusions, toujours robustes face aux évolutions du débat scientifique. ■