

Diagrammes de flux d'énergie pour la France et l'Allemagne

Note explicative

03/04/2023

Autrice :

Audrey Lefebvre, OFATE, audrey.lefebvre.extern@bmwk.bund.de

I. Principes de base

Un diagramme de Sankey vise à illustrer des échanges d'éléments pouvant être représentés par des flux, tels que des matériaux, des capitaux ou ici de l'énergie, passant par différentes étapes et processus de transformation¹. Les diagrammes de flux d'énergie pour la France et l'Allemagne élaborés par l'Institut Européen de Recherche sur l'Énergie (*European Institut for Energy Research*, EIFER) et l'Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE) se basent sur les données publiées par Eurostat², en les synthétisant de manière à visualiser rapidement les bilans énergétiques des deux pays. La lisibilité est optimisée pour une impression sur format A3.

Les flux entrants représentent l'injection d'énergie dans le système (production domestique et importations), les flux sortants la consommation de cette énergie répartie par secteur, et entre deux les étapes par lesquelles passent les différents produits énergétiques (combustibles fossiles, pétrole, gaz, énergies renouvelables...).

Quelques principes importants pour la bonne lecture de ces graphiques :

- Les graphiques se lisent chronologiquement de gauche à droite, de l'entrée des produits énergétiques dans le système jusqu'à leur sortie ;
- La largeur des flux est proportionnelle aux quantités d'énergie représentées, leur couleur représente un produit énergétique donné ;
- Les grandeurs représentées sont extensives, c'est-à-dire qu'elles peuvent être additionnées. Par exemple, la quantité d'énergie **disponible après transformation** correspond à la somme de la **consommation finale** d'énergie, des **exportations**, des **pertes de distribution et de transmission** et enfin de la **consommation des soutages maritimes** et de **l'aviation internationale** ;
- Le diagramme représente uniquement les quantités d'énergie entrant et sortant du système lors d'une année donnée. Il ne prend en compte les éventuelles réserves héritées des années précédentes que sous la forme des prélèvements sur les stocks ;
- La conservation de masse et d'énergie est admise implicitement ;
- Les « nœuds » illustrés par des barres noires représentent les processus ou étapes par lesquels passent les flux d'énergie entre leur entrée et leur sortie du système. Les étapes principales sont définies ci-après.

¹ Eurostat, *Sankey diagrams for energy balance - Introduction* ([lien](#) vers l'article, dernière consultation le 20.03.2023, en anglais)

² Eurostat, diagramme de flux d'énergie ([lien](#) vers le graphique interactif, dernière consultation le 20.03.2023)



II. Définitions des principales étapes du diagramme de flux d'énergie

- La quantité d'énergie **disponible de toutes les sources** regroupe, en plus de la **production primaire** domestique et des **importations**, l'utilisation de produits récupérés et recyclés et les prélèvements sur les stocks.
- La **transformation** désigne la transformation d'un produit énergétique en un autre, notamment celle de vecteurs énergétiques primaires (issus directement de la capture ou de l'extraction de ressources naturelles : pétrole brut, bois de chauffage, gaz naturel...) en vecteurs énergétiques secondaires (issus de processus de transformation de vecteurs d'énergie primaires ou secondaires : électricité, essence...). Elle comprend les procédés suivants³:
 - o La transformation de pétrole brut en produits pétroliers raffinés (essence, diesel, fioul...) en raffinerie, ainsi que la production de produits pétrochimiques ;
 - o La production d'électricité et de chaleur (production d'électricité seule, cogénération de chaleur et d'électricité ou production de chaleur seule) issue des installations de production d'énergies renouvelables, des centrales nucléaires ou thermiques ou encore des installations de chauffage urbain ;
 - o La transformation de combustibles solides en coke de four, gaz de coke, gaz de haut fourneau et gaz d'usine à gaz ;
 - o D'autres transformations, notamment en centrales de production de charbon de bois ou centrales *gas-to-liquids* (GTL) pour la production de méthanol ;
 - o Le retour de transformation, qui désigne la réutilisation de produits issus de processus de transformation, par exemple le traitement ou mélange de carburants issus de la pétrochimie ;
 - o Les **pertes de transformation**, qui désignent la différence entre la quantité totale d'énergie entrant dans les processus de transformation et la quantité d'énergie totale sortante, et qui représentent l'énergie perdue lors de ces processus.
- Le **transfert direct** désigne les produits énergétiques qui ne subissent aucune transformation et qui sont donc utilisés dans leur forme originelle. C'est par exemple le cas du gaz naturel utilisé pour le chauffage résidentiel.
- Les **pertes de distribution et de transmission** représentent les pertes d'énergie dues au transport et à la distribution d'énergies telles que l'électricité ou le gaz naturel, incluant les pertes lors du transport par pipeline ainsi que les pertes dans des transformateurs ne faisant pas partie intégrante des centrales électriques⁴.
- La **consommation finale** désigne la quantité d'énergie disponible après transformation n'étant pas perdue lors du transport et de la distribution, exportée ou utilisée pour la navigation et l'aviation internationales. Cette énergie est utilisée :
 - o Par la **branche énergétique**, pour alimenter les installations de production et de transformation d'énergie ;
 - o Pour des usages **non énergétiques**, incluant l'utilisation de produits énergétiques comme matériaux de base, par exemple l'utilisation de gaz naturel pour la production d'engrais ou de bitume pour la construction de routes⁵ ;
 - o Pour des usages énergétiques, décomposés par secteur.
- **L'écart statistique** correspond à la différence entre la quantité d'énergie disponible après transformation et la consommation finale.

³ Eurostat, *Sankey diagrams for energy balance* ([lien](#) vers l'article, dernière consultation le 20.03.2023, en anglais)

⁴ Eurostat, Concepts et définitions ([lien](#) vers la définition, dernière consultation le 20.03.2023, en anglais)

⁵ Eurostat, *Energy statistics - an overview* ([lien](#) vers l'article, dernière consultation le 20.03.2023, en anglais)