

DÉMOGRAPHIE ET ÉCOLOGIE · L2 ÉCONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT · UEA BUKAVU

Modèles démo- écologiques

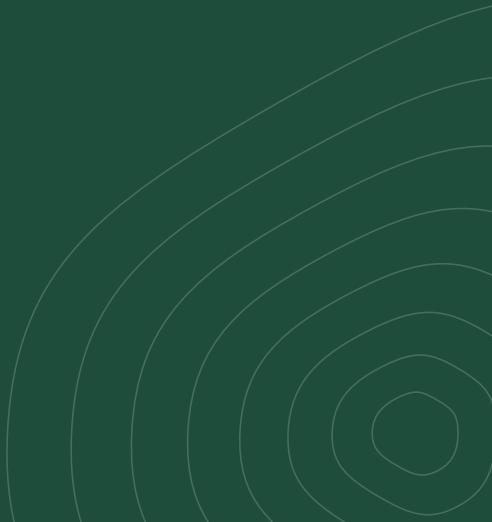
Mesures et calculs : les équations IPAT et STIRPAT

Guerschom Mugisho
L2 Économie de l'environnement · UEA Bukavu



IPAT

L'équation IPAT



L'équation IPAT : Ehrlich et Holdren (1971)

En réaction à l'article d'Ansley Coale, qui conclut à un effet secondaire de la population sur l'environnement

Paul Ehrlich et John Holdren proposent une équation liant un effet environnemental (I) à la population (P) et à une fonction F mesurant l'effet par tête :

$$I = P \times F$$

L'effet par tête F est une fonction de la production ou de la consommation par tête, d'où :

$$I = P \times F(P)$$

Le sens de $F(P)$

$F(P)$ est une fonction **croissante ou décroissante** de P , selon l'importance relative :

- des **rendements décroissants**
- des **économies d'échelle**

Les rendements sont décroissants dans le cas de l'exploitation des **ressources non renouvelables**.

L'équation de Barry Commoner (1972)

S'opposant à Ehrlich et Holdren, il relativise la responsabilité de la croissance démographique dans la crise environnementale

$$I = \text{Population} \times \frac{\text{Bien économique}}{\text{Population}} \times \frac{\text{Polluant}}{\text{Bien économique}}$$

Bien économique

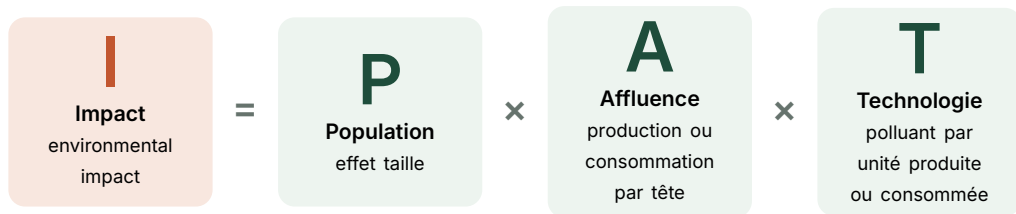
Quantité d'un bien particulier produit ou consommé au cours d'une année donnée ou sur une période définie (*affluence*).

Polluant

Quantité d'un polluant spécifique libéré. Elle mesure l'impact sur l'environnement (la quantité de polluant) généré par unité de production ou de consommation, et reflète la **nature de la technologie de production**.

L'équation IPAT : trois effets

La forme multiplicative montre qu'il y a interaction entre les différents facteurs



- L'effet technologie mesure la quantité de polluant émise par unité de production ou de consommation, selon le type de processus technologique
- Cette équation sert de **référence (modèle théorique)** dans les analyses démo-écologiques (Zagheni et Billari, 2006)

L'équation IPAT : la conclusion de Commoner

Le constat

À l'aide d'une série d'exemples chiffrés, Commoner conclut que c'est la **nature des technologies employées** qui explique le mieux la pression sur l'environnement.



Une nouvelle période de transformation technologique est nécessaire pour inverser les tendances observées depuis 1946, afin d'adapter la technologie de production de la nation aux exigences incontournables de l'écosystème.

— Barry Commoner

IPAT et changement climatique

L'analyse peut porter sur un bien donné ou sur toute la production nationale ou intérieure

L'utilisation de l'équation IPAT dans la recherche sur le changement climatique, en particulier les études sur les émissions de carbone liées à l'énergie, est son **héritage le plus durable**. Ces formulations s'écrivent généralement (Holdren, 2000) :

$$\text{Consommation d'énergie} = \text{Population} \times \frac{\text{PIB}}{\text{personne}} \times \frac{\text{énergie}}{\text{PIB}}$$

$$\text{Émissions de carbone} = \text{Population} \times \frac{\text{PIB}}{\text{personne}} \times \frac{\text{énergie}}{\text{PIB}} \times \frac{\text{carbone}}{\text{énergie}}$$

L'IPAT a ainsi joué un rôle important dans les évaluations du **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat** (GIEC, IPCC 1996).

Quel facteur pèse le plus ?

Pays moins développés

- 1 l'évolution de la richesse ou de la production par tête (**affluence**, A) a le plus grand effet environnemental
- 2 l'augmentation de la population (**facteur P**) est le deuxième facteur le plus important

Pays développés

C'est la **technologie (facteur T)** qui a le plus grand impact environnemental (Bongaarts, 1992).

En pratique, on dispose souvent de données sur I (impact), P (population) et A (affluence), et on en **déduit la valeur de T** :

$$T = \frac{I}{P \times A}$$

STIRPAT

Le modèle STIRPAT

spécification économétrique ou stochastique du modèle IPAT

Le modèle STIRPAT : Dietz et Rosa (1994)

Une extension du modèle IPAT

STIRPAT

Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology

La critique de l'IPAT

Dans sa forme actuelle, le modèle IPAT ne constitue pas un cadre adéquat pour démêler les différentes forces motrices du changement environnemental **anthropogénique** (causé ou généré par l'être humain). C'est avant tout une **équation comptable**.

L'apport de STIRPAT

Il permet d'ajouter d'autres facteurs au modèle, comme les **habitudes culturelles**, etc.

Du modèle IPAT au modèle STIRPAT

Le modèle IPAT est un modèle théorique **non linéaire** : les différents facteurs sont liés de manière non linéaire.

MODÈLE IPAT

$$I = \text{Population} \times \frac{\text{Bien éco.}}{\text{Population}} \times \frac{\text{Polluant}}{\text{Bien éco.}}$$

ou, de manière abrégée :

$$I = P \times A \times T$$

REFORMULATION STOCHASTIQUE

$$I = aP^bA^cT^de$$

- a, b, c, d : paramètres du modèle à estimer
- e : terme d'erreur
- lorsque $a = b = c = d = 1$, le modèle STIRPAT est **égal au modèle IPAT**

STIRPAT : la forme logarithmique

1 On obtient la même forme fonctionnelle en introduisant des **logarithmes** dans le modèle IPAT :

$$\ln I = \ln P + \ln A + \ln T$$

2 On introduit enfin le **terme d'erreur** du modèle STIRPAT, en renommant les paramètres β_0 , β_1 , β_2 et β_3 :

$$\ln I = \beta_0 + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln A + \beta_3 \ln T + \varepsilon$$

SELON LA STRUCTURE DES DONNÉES

Série chronologique

$$\ln I_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln A_t + \beta_3 \ln T_t + \varepsilon_t$$

Coupe instantanée (transversale)

$$\ln I_i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \ln A_i + \beta_3 \ln T_i + \varepsilon_i$$

Panel

$$\ln I_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln A_{it} + \beta_3 \ln T_{it} + \varepsilon_{it}$$