

Comparaison du coût de subside différé par rapport au subside à l'investissement pour la production d'électricité renouvelable

1. Introduction

La production d'électricité renouvelable est souvent caractérisée par un investissement important suivi de frais opérationnels relativement faibles. C'est notamment le cas de l'énergie éolienne ou photovoltaïque contrairement à l'électricité produite par une centrale TGV, par exemple. En effet, dans ce cas, l'investissement de la centrale TGV pèse relativement peu par rapport au prix du gaz.

Quand un investissement initial élevé est requis ou que le prix de revient d'une énergie renouvelable est plus élevé qu'une énergie conventionnelle, un subside permet de le rendre attractif auprès d'un investisseur.

Il existe plusieurs types de subside. S'il est libéré en début du projet, il s'agit d'une aide à l'investissement. Mais souvent, l'aide est distillée durant les premières années du projet en fonction de la quantité d'énergie produite. Il s'agit alors d'aide à la production. Cette aide à la production peut prendre la forme d'un achat de la production à un tarif préférentiel. On parle alors de *feed-in tariff*.

Cette aide à la production peut également être indépendante du prix de vente de l'électricité auquel elle s'ajoute pour constituer les recettes. C'est le cas des certificats verts.

Nous souhaitons comparer le coût d'une aide à l'investissement par rapport à une aide à la production équivalente du point de vue de l'investisseur, c'est à dire qui lui octroie la même valeur actualisée nette.

2. Développement

Dans le cas d'aide à l'investissement (AI), le subside vient réduire le coût de l'investissement et les revenus futurs proviennent uniquement de la vente de l'électricité.

Dans le cas de l'aide à la production (AP), le revenu futur de la vente d'électricité est augmenté d'une aide proportionnelle à la production, indexée ou non.

Le revenu net est composé des revenus bruts diminués des dépenses de maintenance et d'exploitation censées suivre un même taux d'inflation que les revenus bruts.

Les frais de maintenance cycliques sont provisionnés de sorte qu'ils équivalent à une dépense annuelle indexée.

Dans le cas du *feed-in tariff*, la valeur de l'électricité et l'aide à la production forment un tout indexé.

Supposons que le revenu net annuel E d'un investissement I soit indexé par un taux t (taux d'inflation). Le taux d'actualisation, a , choisi par l'investisseur est strictement supérieur au taux d'inflation.

Rn est le revenu net cumulé sur n années et actualisé.

$$Rn = E + E \frac{(1+t)}{(1+a)} + E \frac{(1+t)^2}{(1+a)^2} + \dots + E \frac{(1+t)^{n-1}}{(1+a)^{n-1}} \quad \text{ou} \quad Rn = E \left(1 + \frac{(1+t)}{(1+a)} + \frac{(1+t)^2}{(1+a)^2} + \dots + \frac{(1+t)^{n-1}}{(1+a)^{n-1}} \right)$$

posons $q = \frac{(1+t)}{(1+a)} < 1$ $Rn = E(1 + q + q^2 + \dots + q^{n-1}) = E \frac{1 - q^n}{1 - q}$

Dans le cas de l'aide à l'investissement, la valeur actualisée nette (VANAI) vaut :

$$VANAI = -I + AI + Rn$$

Dans le cas d'aide à la production non indexée, en posant que F soit l'aide associée à la production annuelle supposée constante, la valeur actualisée nette (VANAP) vaut :

$$VANAP = -I + Rn + F + F \frac{1}{(1+a)} + F \frac{1}{(1+a)^2} + \dots + F \frac{1}{(1+a)^{n-1}}$$

Si on cherche à ce que les VAN soient égales dans les deux modes (VANAI=VANAP), on obtient

$$AI = F + F \frac{1}{(1+a)} + F \frac{1}{(1+a)^2} + \dots + F \frac{1}{(1+a)^{n-1}} \quad \text{soit} \quad AI = F \frac{1 - s^n}{1 - s} \quad \text{en posant} \quad s = \frac{1}{(1+a)} < 1$$

AI est inférieure à la valeur actualisée au taux d'index des aides à la production, c'est à dire le coût pour la collectivité actualisé au taux de l'inflation.

$$AP = F + F \frac{1}{(1+t)} + F \frac{1}{(1+t)^2} + \dots + F \frac{1}{(1+t)^{n-1}} \quad \text{soit} \quad AP = F \frac{1 - r^n}{1 - r} \quad \text{en posant} \quad r = \frac{1}{(1+t)}$$

Le rapport de coût actualisé entre l'aide à la production et l'aide à l'investissement vaut donc :

$$\mathbf{AP/AI = \frac{1 - r^n}{1 - r} \cdot \frac{1 - s}{1 - s^n} > 1}$$

Dans le cas de l'aide à la production indexée, on posera que le *feed-in tariff* indexé = (E + F) indexé.

$$VANAP = -I + Rn + F + F \frac{(1+t)}{(1+a)} + F \frac{(1+t)^2}{(1+a)^2} + \dots + F \frac{(1+t)^{n-1}}{(1+a)^{n-1}}$$

Si on cherche à ce que les VAN soient égales dans les deux modes, on obtient :

$$AI = F + F \frac{(1+t)}{(1+a)} + F \frac{(1+t)^2}{(1+a)^2} + \dots + F \frac{(1+t)^{n-1}}{(1+a)^{n-1}} \quad \text{soit} \quad AI = F \frac{1 - q^n}{1 - q} \quad \text{avec} \quad q = \frac{1+t}{(1+a)}$$

AI est inférieure à la valeur actualisée au taux d'index des aides à la production indexées dont l'actualisation vaut simplement :

$$AP = n F$$

Le rapport de coût actualisé entre l'aide à la production indexée et l'aide à l'investissement vaut donc :

$$\mathbf{AP/AI = n \cdot \frac{1 - q}{1 - q^n} > 1}$$

3. Exemples

3.1. Installation photovoltaïque avec certificats verts non indexés

a) Durée de l'aide de $n=15$ ans, $t=2\%$ et $a=10\%$.

$$\text{donc } r = \frac{1}{(1,02)} \sim 0,98 ; r^n = 0,74 \quad \text{et} \quad s = \frac{1}{(1,1)} \sim 0,91 ; s^n = 0,24 \Rightarrow \mathbf{AP/AI} = \frac{0,26}{0,02} \cdot \frac{0,09}{0,76} = \mathbf{1,57}$$

b) Durée de l'aide de $n=10$ ans, $t=2\%$ et $a=5.5\%$.

$$r = \frac{1}{(1,02)} \sim 0,98 ; r^n = 0,82 \quad \text{et} \quad s = \frac{1}{(1,055)} \sim 0,95 ; s^n = 0,56 \Rightarrow \mathbf{AP/AI} = \frac{0,18}{0,02} \cdot \frac{0,055}{0,44} = \mathbf{1,13}$$

L'aide à la production coûtera donc 57% de plus à la collectivité que l'aide à l'investissement pour fournir un *irr* de 10% sur une durée de 15 ans.

Si l'*irr* est réduit à 5,5% sur une durée de 10 ans, le surcoût collectif n'est plus que de 13 %.

3.2. Installation éolienne avec *feed-in tariff* indexé

Durée de l'aide de $n=20$ ans, $t=2\%$ et $a=8\%$.

$$q = \frac{1,02}{(1,08)} \sim 0,944 ; q^n = 0,32 \Rightarrow \mathbf{AP/AI} = \mathbf{20} \cdot \frac{0,056}{0,68} = \mathbf{1,63}$$

L'aide à la production coûtera donc 63% de plus à la collectivité que l'aide à l'investissement pour fournir un *irr* de 8% sur une durée de 20 ans.

Conclusions

Le rapport AP/AI est d'autant plus grand que l'aide est étalée sur une durée plus longue.

Le rapport AP/AI est d'autant plus grand que le taux d'actualisation est élevé par rapport au taux d'index.

Annexe

Rapport entre aide à l'investissement et aide à la production non indexé (inflation 2%)

actualisation	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
Nombre d'années											
5	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19
10	1,00	1,04	1,09	1,13	1,17	1,22	1,26	1,31	1,36	1,40	1,45
15	1,00	1,07	1,13	1,20	1,27	1,34	1,42	1,49	1,57	1,64	1,72
20	1,00	1,09	1,18	1,27	1,37	1,47	1,57	1,68	1,78	1,89	1,99