



1.2 EXERCICES DE FAISABILITE TECHNICO-ECONOMIQUE

Exercice 1.2.a : Le digesteur

Une agricultrice souhaite implanter un digesteur anaérobie dans sa ferme d'élevage de bovins. Un bovin adulte produit en moyenne 50kg de fumier par jour et il y a 300 bovins dans la ferme.

Le fumier contient 10% de matière sèche volatile, c-à-d de matière pouvant être transformée en biogaz. Dans le biogaz, on considère que 60% est du méthane, le reste est principalement du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Le méthane peut être revendu à 0.33\$/m³. Le rendement de ce fumier est attendu autour de 500m³ de biogaz par tonne de matière sèche volatile. Le prix du digesteur anaérobie est de 300 000\$.

Question 1 : Quelle est la PRI par méthode simplifiée ?

De plus il faut chauffer le digesteur pour garder une température propice à la digestion anaérobie, de l'ordre de 80MJ/T de fumier. Le digesteur anaérobie proposé permet de réutiliser le biogaz produit et de s'en servir pour réchauffer le fumier avec un rendement de 80%. De plus il faut consommer 500kWh d'électricité par an pour les différents moteurs du digesteur.

Le méthane a une densité énergétique de 40 MJ/m³, et l'électricité coûte 0.07\$/kWh.

Les matières sèches résiduelles peuvent être utilisées comme fertilisant, mais sont moins fertilisantes que le fumier. Cela entraîne une hausse des coûts d'achat de fertilisant de 3000\$/an.

Cependant l'arrivée du digesteur permettra de ne plus avoir à faire vider la fosse à fumier tous les mois pour 300\$.

Question 2 : Que devient la PRI en prenant en compte les éléments précédents ?

Question 3 : Quels coûts ou gains potentiels n'ont pas été pris en compte dans le calcul de la PRI ? Que proposeriez-vous de rajouter pour avoir une PRI plus précise ?

RÉPONSES

Question 1 : Quelle est la PRI par méthode simplifiée ?

Le potentiel de fumier à récupérer est de :

$$0.05T/j/b * 300b * 365j/an = 5475 T/an.$$

Les gains annuels espérés sont de :

$$5475T/an * 0.1 * 0.6 * 500m^3/T = 164250m^3 \text{ de méthane}$$

$$164250m^3 * 0.33\$/m^3 = 54\,202\$$$

$$PRI = 300\,000\$ / 54\,202\$/an = 5.5 \text{ ans}$$

Question 2 : Que devient la PRI en prenant en compte les éléments précédents ?

Le manque à gagner de gaz est :

$$5475T/an * 80MJ/T = 438GJ/an \text{ pour chauffage du digesteur.}$$

$$438000MJ/an / (40MJ/m^3 * 0.8) = 13687m^3 \text{ de méthane nécessaire.}$$

$$13687m^3 * 0.33\$/m^3 = 4516\$/an \text{ de méthane}$$

Les dépenses d'électricité sont de : $500 * 0.07 = 35\$/an$ (négligeable)

Les dépenses en fertilisant sont de : $3000\$/an$

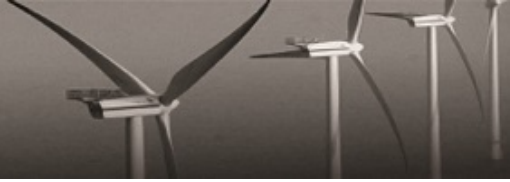
Les gains à ne plus vider la fosse sont de : $300 * 12 = 3600\$/an$

Les gains annuels sont alors de : $54\,202 - 4516 - 35 - 3000 + 3600 = 50\,250\$/an$

$$PRI = 300\,000 / 50\,250 = 6.0 \text{ ans}$$

Question 3 : Quels coûts ou gains potentiels n'ont pas été pris en compte dans le calcul de la PRI ? Que proposeriez-vous de rajouter pour avoir une PRI plus précise ?

On peut trouver plusieurs réponses à cette question. Des idées en vrac : les coûts d'entretien du digesteur, crédits d'impôts sur la réduction d'émission de gaz à effets de serre, coût de l'emprise au sol du digesteur (réduction de la surface d'un champ par exemple), etc.



Exercice 1.2.a.II : Le digesteur (suite)

On prévoit un taux d'inflation de 5% par an sur le prix du gaz naturel et on suppose que le prix du méthane renouvelable sera calqué sur celui-ci. L'inflation globale des autres coûts est attendue à 2%. Ces technologies de digesteurs étant relativement récentes, la durée de vie des installations est encore mal connue. La durée de vie sur le digesteur est néanmoins estimée à 20 ans.

Question 1 : Quels seront les valeurs actualisées des flux financiers sur 20 ans ?

L'agricultrice se voit proposer un autre type d'investissement consistant à installer un réseau d'aération avec échangeur de chaleur dans l'étable. Cet investissement d'une durée de vie de 20 ans également à un TRI de 13%. La dépense d'achat du digesteur est supposée se faire d'un coup sur la première année.

Question 2 : Quelle option l'agricultrice devrait-elle choisir pour optimiser ses gains ?



RÉPONSES

Question 1 : Quels seront les valeurs actualisées des flux financiers sur 20 ans ?

Les gains annuels de la vente du méthane à la première année sont de : 50 250\$

(N.B. : On pourrait arrondir cette somme à 50 000\$ sans problème. On peut noter que plus de 2 chiffres significatifs sont inutiles dans un cas où nos hypothèses sont des prédictions avec des variabilités intrinsèques fortes. La suite présente des nombres avec plus de chiffres significatifs pour que vous puissiez comparer plus précisément vos résultats avec la correction, mais cette précision est en fait peu utile sinon).

Les gains sur méthane actualisés avec l'inflation (ici pas de taux d'actualisation considéré pour l'instant, donc $t=0$ et $i=0.05$) sont de : $VA = 50\,000 / (-0.05) * (1 - ((1.05^{19})/1)) = 1\,526\,950\$$ soit 1 527 000\$

(N.B. : sans prendre en compte l'inflation prévue, on prévoirait un gain de : $50\,000 * 20 = 1\,000\,000\$$)

Gains sur fosse ($t=0$, $i=0.02$) :

$$VA = 82\,226 \text{ soit } 82\,230\$$$

Dépenses sur fertilisant :

$$VA = 68\,521\$ \text{ soit } 68\,520\$$$

Dépenses sur électricité :

$$VA = 799.40\$ \text{ soit } 800\$, \text{ vraiment très peu.}$$

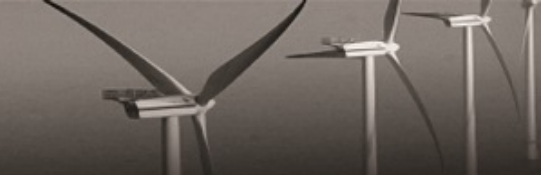
Question 2 : Quelle option l'agricultrice devrait-elle choisir pour optimiser ses gains ?

On calcule maintenant la VAN du projet avec un taux d'actualisation de 13%.

- VA méthane : + 487 940 \$
- VA entretien fosse : + 28 590 \$
- VA fertilisant : - 23 825 \$
- VA électricité : - 2 780 \$
- VA achat digesteur : - 300 000\$

$$VAN = \text{somme des VA} = 189\,925 \$$$

La VAN est positive. L'agricultrice devrait donc préférer le projet de digesteur anaérobie pour optimiser ses profits.



Exercice 1.2.a.III : Le digesteur (Bonus, pour aller plus loin)

Le cas précédent est en fait peu réaliste car il est supposé que l'investissement soit entièrement payé à la première année. Plus couramment un prêt sera fait, et le taux ainsi que les modalités de remboursement du prêt influent nettement sur le coût final du prêt. Ce genre de calcul récursif sur les montants des années précédentes est généralement fait avec un tableur (Excel, LibreOffice calc, ...), et il est donc recommandé de faire cet exercice avec un tableur.

Dans cette partie, on suppose maintenant que l'agricultrice fait un prêt à 4% sur 10 ans pour financer l'achat du digesteur. Le remboursement se fait en remboursant la même part de capital à tous les ans, et le calcul des intérêts se fait à chaque année sur le montant de capital restant à rembourser.

Question 1 : Que devient la VAN du projet?

Question 2 : Quel est le TRI du projet?

Solution

Le corrigé est disponible en fichier Excel sur Moodle, et dont la capture d'écran est ci-dessous :

exercice 2 : actualisation des flux financiers							
durée de vie de l'installation (ans) :	20						
gain annuel vente méthane :	49685.625						
gain annuel entretien fosse :	3600						
dépense annuelle fertilisant :	3000						
dépense annuelle électricité :	35						
taux d'actualisation :	0.13						
taux d'inflation sur méthane :	0.05	PRISE EN COMPTE DU PRÊT :	(mettre 1 en durée du prêt et 0 en taux du prêt ci-dessous pour simuler le cas de l'exercice)				
taux d'inflation sur entretien fosse :	0.02	durée du prêt :	10				
taux d'inflation sur fertilisant :	0.02	taux du prêt :	0.04				
taux d'inflation sur électricité :	0.02	remboursement annuel sur capital :	30000				
somme des VA gains méthane :	484872.986						
somme des VA gain fosse :	28589.7136	année du prêt :	capital à rembourser	intérêts	total à payer	valeur actualisée	
somme des VA dépense fertilisant :	23824.7614	0	300,000	12000	42,000	42000	
somme des VA dépense électricité :	277.955549	1	270,000	10800	40,800	36106.19469	
Prix achat :	300,000	2	240,000	9600	39,600	31012.60866	
		3	210,000	8400	38,400	26613.12623	
		4	180,000	7200	37,200	22815.45667	
		5	150,000	6000	36,000	19539.3577	
		6	120,000	4800	34,800	16715.08475	
		7	90,000	3600	33,600	14282.03763	
		8	60,000	2400	32,400	12187.57952	
		9	30,000	1200	31,200	10386.0068	
		10	0	0	0	0	
VAN :	257,703					VAN du prêt	231657.4527

La VAN devient 255 201\$

En essayant plusieurs valeurs de taux d'actualisation récursivement, on trouve un TRI de 45%.