

## COUPLAGE EOLIENNE-POMPE

### 1. ETAPE 1

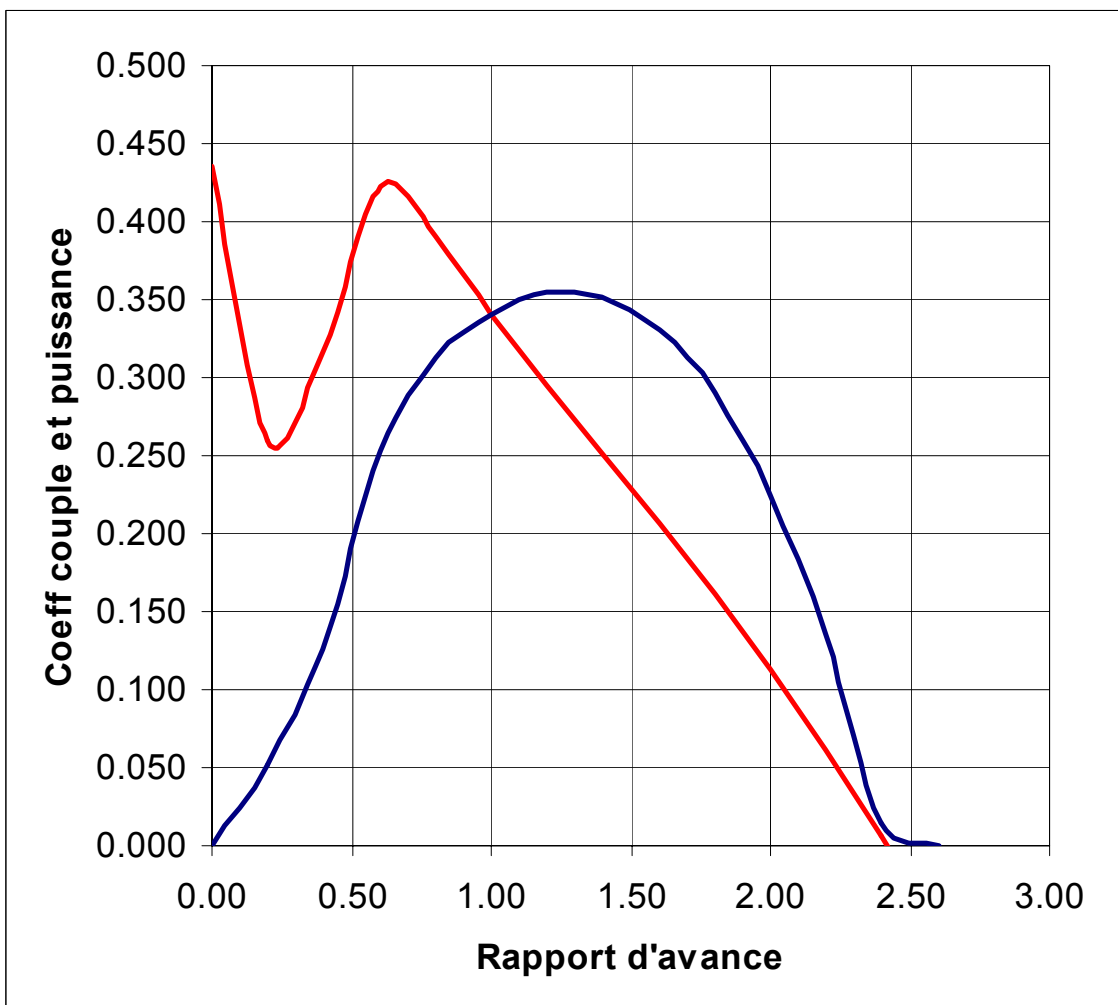
---

Un modèle aérodynamique de l'éolienne est utilisé pour calculer la caractéristique couple-vitesse de l'éolienne considérée (avec les données de corde et de calage le long de la pale). La figure ci-dessous est celle de l'éolienne EIC 330.

Le rapport d'avance, sans dimension, est le rapport de la vitesse en bout de pale sur la vitesse du vent.

En rouge : On constate que le couple, au démarrage, est élevé puis diminue pour des rapports d'avance faibles pour remonter ensuite.

En bleu : La caractéristique de puissance est une courbe en cloche classique avec un optimum pour des rapports d'avance d'environ 1,5.

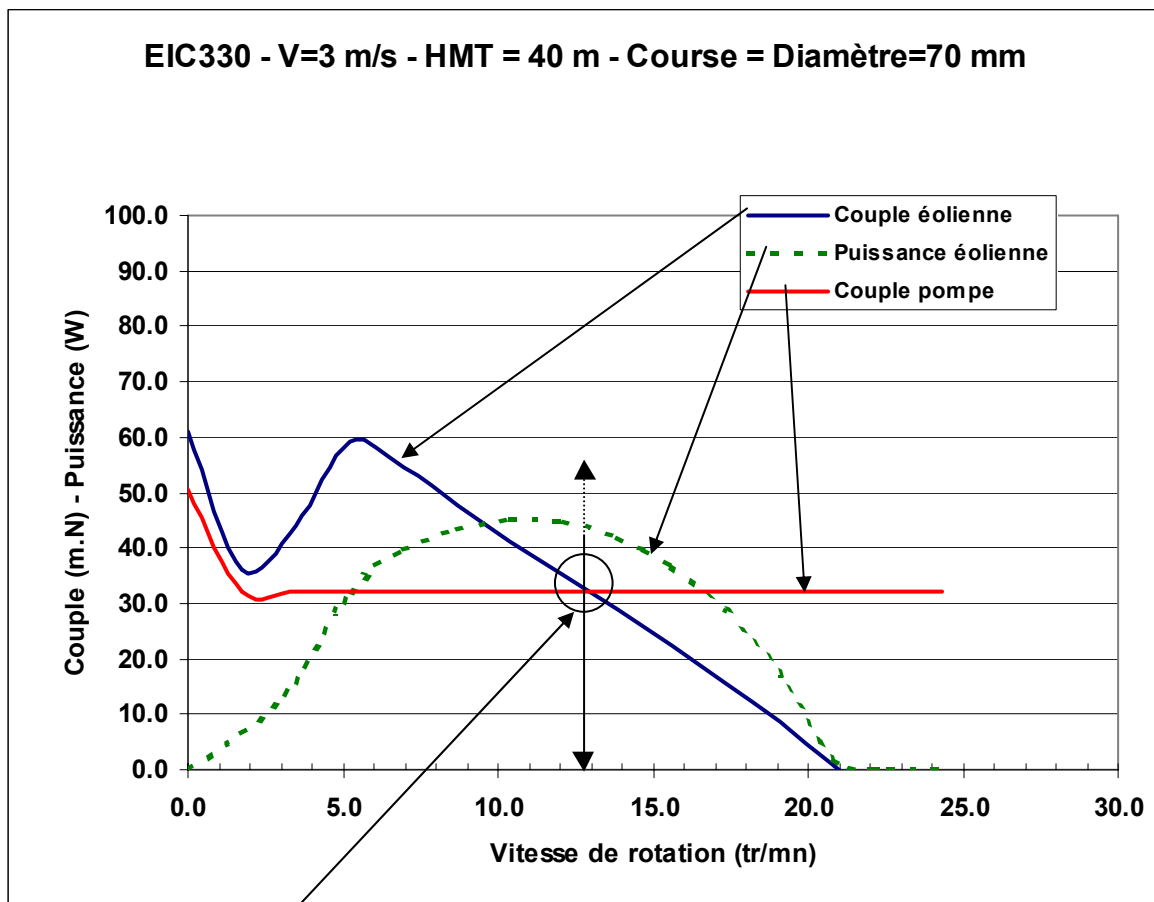


## 2. ETAPE 2

La caractéristique couple-vitesse de la pompe est modélisée (courbe rouge) avec 3 variables de base (course, diamètre et HMT) : le couple de démarrage est important puis est constant avec la vitesse.

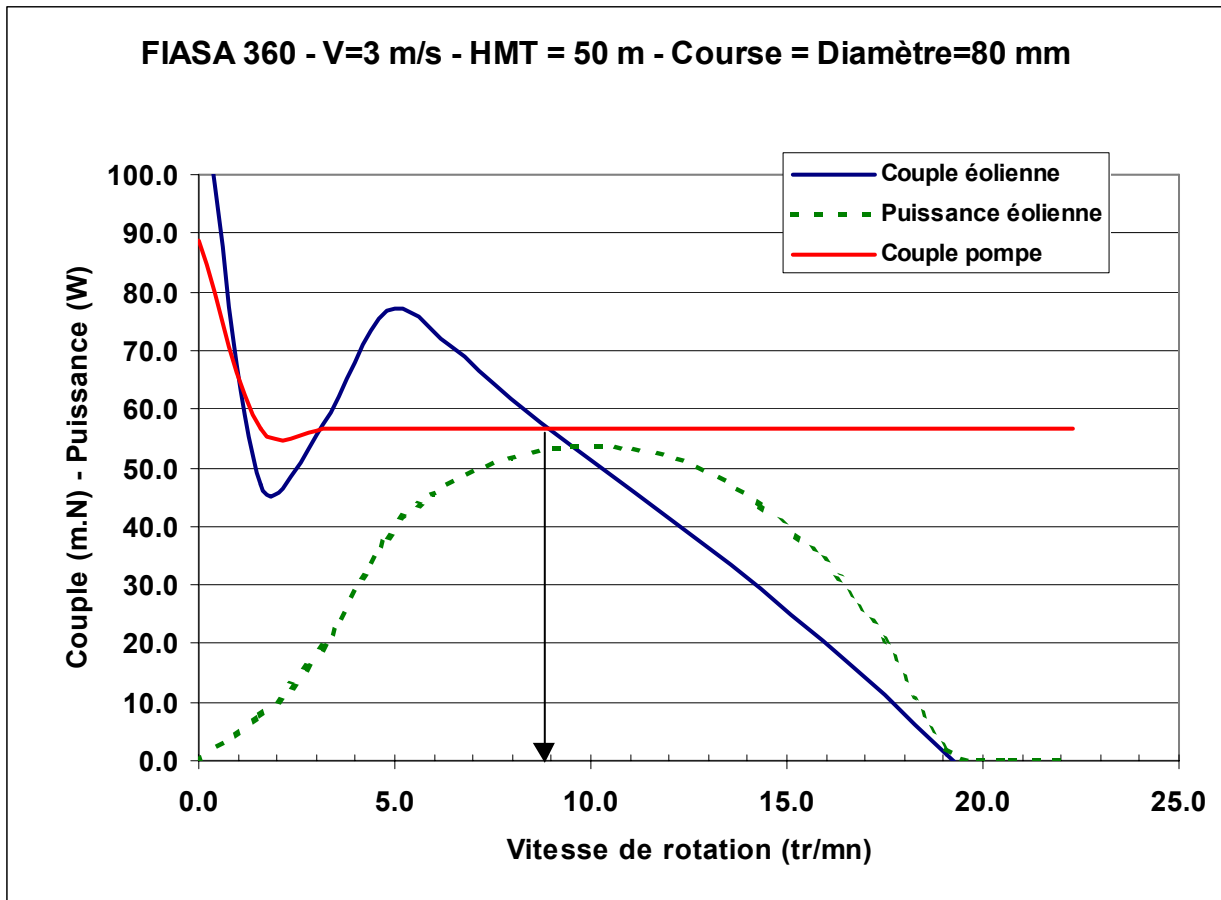
Le couplage éolienne et pompe s'effectue en superposant les caractéristiques couple-vitesse de l'éolienne et de la pompe. Le point de fonctionnement est la vitesse pour laquelle le couple moteur (éolienne) est égal au couple résistant (la pompe).

Sur la figure ci-dessous, le point de fonctionnement correspond à une vitesse de rotation de l'éolienne d'un peu moins de 13 tr/mn. Pour cette vitesse, la puissance est presque maximale (à noter que le point de fonctionnement doit se situer sur la partie droite de la courbe pour que ce point de fonctionnement soit stable). Dans le cas de la figure, le point de fonctionnement est optimal (légèrement à droite de la puissance maximale).



Point de fonctionnement

Dans cet autre cas de fonctionnement, on constate qu'il n'y a pas de point de fonctionnement stable : l'intersection de caractéristique de l'éolienne et de celle de la pompe se trouvent à gauche de la puissance maximale. Par ailleurs, on remarque que le couple de la pompe est supérieur à celui de l'éolienne dans les faibles vitesses de rotation (donc il n'y aura pas pompage).



### 3. ETAPE 3

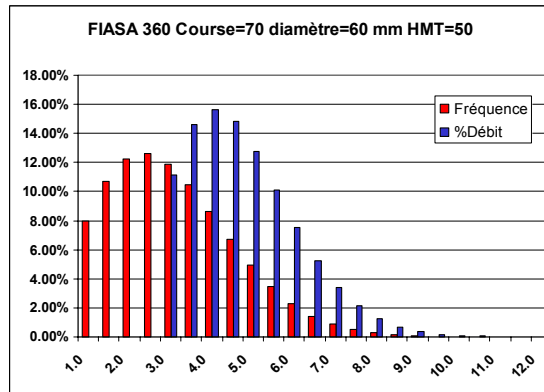
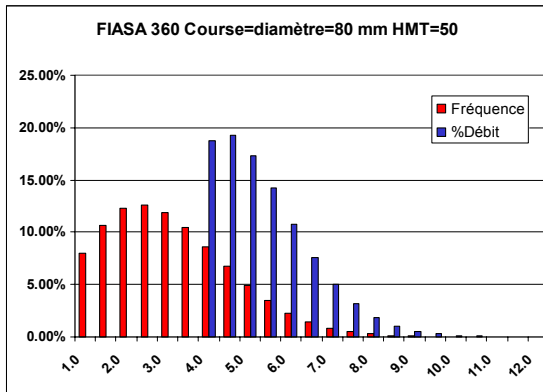
On calcule sur le site considéré la distribution des vitesses de vent en fonction des paramètres de Weibull (A et k). Pour chaque vitesse de vent et en fonction des données de pompage, on recherche le point de fonctionnement (voir Etape 2) et on obtient la vitesse de rotation. On calcule ensuite le débit pour cette vitesse de vent.

Par sommation, on calcule le débit total pompé ainsi que la durée moyenne de pompage (durée pendant laquelle il y a pompage).

REGIME DE VENT			DONNEES DE POMPAGE		
<b>Vm</b>	<b>3.000</b>	m/s	Diamètre	60	mm
<b>A</b>	<b>3.385</b>	m/s	Course	70	mm
<b>k</b>	<b>2</b>		HMT	50	m

Vent	Fréquence	Heures/jour	Vitesse	Débit	%Débit
1.0	7.96%	1.91		0.00	0.00%
1.5	10.71%	2.57	0.0	0.00	0.00%
2.0	12.26%	2.94	0.0	0.00	0.00%
2.5	12.60%	3.02	0.0	0.00	0.00%
3.0	11.91%	2.86	9.2	0.31	11.11%
3.5	10.47%	2.51	13.8	0.41	14.64%
4.0	8.64%	2.07	17.9	0.44	15.68%
4.5	6.71%	1.61	21.8	0.42	14.81%
5.0	4.94%	1.18	25.5	0.36	12.73%
5.5	3.44%	0.83	29.1	0.29	10.13%
6.0	2.28%	0.55	32.6	0.21	7.51%
6.5	1.43%	0.34	36.0	0.15	5.22%
7.0	0.86%	0.21	39.4	0.10	3.42%
7.5	0.49%	0.12	42.8	0.06	2.12%
8.0	0.27%	0.06	46.2	0.03	1.24%
8.5	0.14%	0.03	49.5	0.02	0.69%
9.0	0.07%	0.02	52.8	0.01	0.36%
9.5	0.03%	0.01	56.1	0.01	0.18%
10.0	0.01%	0.00	59.4	0.00	0.09%
10.5	0.01%	0.00	60.0	0.00	0.04%
11.0	0.00%	0.00	60.0	0.00	0.02%
11.5	0.00%	0.00	60.0	0.00	0.01%
12.0	0.00%	0.00	60.0	0.00	0.00%

Les graphiques ci-dessous illustrent la différence des distributions de vent (rouge) et de pompage (bleu) en fonction du choix de la pompe. La pompe de course et diamètre 80 mm démarre plus difficilement et donc la durée de pompage sera plus faible.



#### 4. ETAPE 4

---

Le calcul mené à l'étape 3 est mené pour une éolienne donnée avec plusieurs types de pompe et différentes HMT. Le tableau donne la quantité d'eau (en m<sup>3</sup>/jour) et la durée moyenne de fonctionnement par jour (en heures/jour) en fonction de la HMT et du couple diamètre/course de la pompe.

Sur un site de vitesse moyenne de 3 m/s :

FIASA								
M4	HMT	50/80	60/80	70/80	50/70	60/70	70/70	80/80
	20	61	81	106	54	72	95	123
	30	83	105	136	74	102	122	151
	40	96	132	151	94	119	153	186
	50	115	139	177	104	141	161	186

DUREE								
(heures/j)	HMT	50/80	60/80	70/80	50/70	60/70	70/70	80/80
	20	18	15	15	18	15	15	12
	30	15	12	12	15	15	12	10
	40	12	12	10	15	12	12	10
	50	12	10	10	12	12	10	7

EIC 330								
M4	HMT	50/80	60/80	70/80	50/70	60/70	70/70	80/80
	20	61	85	102	54	76	91	127
	30	79	108	124	77	98	126	153
	40	100	120	131	90	108	139	160
	50	105	120	152	107	128	139	152

DUREE								
(heures/j)	HMT	50/80	60/80	70/80	50/70	60/70	70/70	80/80
	20	15	15	12	15	15	12	12
	30	12	12	10	15	12	12	10
	40	12	10	7	12	10	10	7
	50	10	7	7	12	10	7	5

De ces tableaux, on peut tirer plusieurs constats :

- Pour une HMT donnée, le débit jour est très variable en fonction du choix de la pompe et peut varier d'un facteur 2 ;
- Dans la plupart des cas, la pompe qui donne la durée de fonctionnement la plus élevée ne fournit pas le débit le plus important. Il y a un compromis à faire.

#### 5. SUITE DU TRAVAIL

---

Si les données ci-dessus sont cohérentes avec ce qui est observé sur le terrain, on pourra considérer que le modèle global est valable.

On pourra alors soit optimiser le choix de la pompe soit modifier les cordes et calages des pales pour tenter d'optimiser l'ensemble (notamment pour les nouvelles installations).