



**Directive relative à l'Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité
issue d'énergies renouvelables (OEneR)**

Énergie éolienne

**Explications relatives à l'exécution du système de rétribution de
l'injection (SRI)**

Inhaltsverzeichnis

Nouveautés par rapport à la dernière version.....	3
1. Introduction	4
2. Définition d'une installation	4
3. Calcul du taux de rétribution.....	5
3.1 Date de référence	6
3.2 Bonus d'altitude	6
3.3 Prolongation du taux de rétribution de base pour les grandes installations	6
3.3.1 Site de référence	7
3.3.2 Rendement de référence	7
3.3.3 Courbe de puissance caractéristique	7
3.3.4 Rendement effectif.....	8
3.3.5 Exemple de calcul	8
4. Transfert de droits de rétribution.....	10
Bases légales	11
Abréviations	11
Annexe 1: Régimes de rétribution.....	i

Nouveautés par rapport à la dernière version

Les thèmes suivants ont été ajoutés dans la présente version:

Date d'édition	Version	Description des modifications
01.07.2020	2.0	Révision fondamentale. Nouvelle édition en tant que «Directive relative à l'Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables (OEnER), énergie éolienne », éditeur: Pronovo

Directive actuelle

Le présent document se base sur la directive publiée auparavant par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) sous le titre «Directive relative à la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) art. 7a LEnE énergie éolienne annexe 1.3 OEnE» (versions 1.0-1.3) et la remplace.

Exemples de calculs

Les exemples de calcul de la présente directive sont uniquement fournis à titre indicatif sous réserve de modifications ultérieures de la législation.

1. Introduction

Les directives de Pronovo représentent une aide à l'exécution de l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables. Elles expliquent notamment la mise en œuvre pratique des dispositions de l'Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables (OEnER).

La présente directive «Énergie éolienne» s'adresse en premier lieu aux exploitants d'installations éoliennes qui sont rétribuées par le système de rétribution de l'injection (SRI).

Vous trouverez de plus amples informations dans la directive «Partie générale»¹.

2. Définition d'une installation

Les installations éoliennes sont subventionnées dans le SRI indépendamment de la puissance installée. Pour la rétribution, chaque turbine est prise en compte comme installation autonome et doit en conséquence être déclarée séparément, même si elle fait partie d'un parc éolien.

On distingue deux types d'installations éoliennes: les petites, d'une puissance nominale électrique installée de 10kW au maximum, et les grandes², d'une puissance supérieure à 10 kW.³

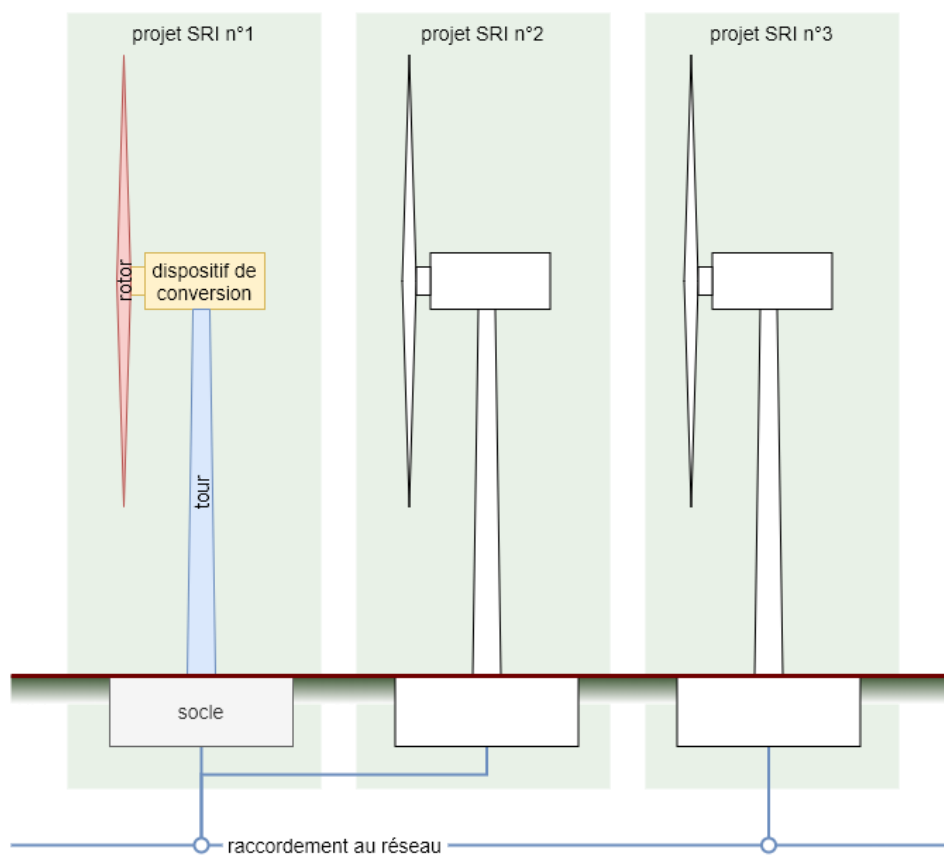
Une installation éolienne autonome comprend les éléments suivants: rotor, dispositif de conversion, tour, socle et raccordement au réseau.⁴ Dès que tous ces éléments sont réunis, l'installation est considérée comme installation éolienne autonome.

¹ [Directive relative à l'Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables \(OeneR\), partie générale](#)

² art. 13 al. 3 OEnE

³ Annexe 1.3 chiffre 2 OEnER

⁴ Voir définition d'installation Annexe 1.3 chiffre 1 OEnER



3. Calcul du taux de rétribution

Le montant du taux de rétribution de base, le calcul de la prolongation du taux de rétribution de base ainsi que la durée de rétribution dépendent du régime de rétribution respectif et sont consultables en Annexe 1.

Le taux pour la rétribution de base des grandes éoliennes selon le chapitre 2 n'est généralement pas modifié pendant les cinq premières années suivant la mise en service. Ensuite, une prolongation du taux de rétribution de base est calculée sur la base du rendement effectif de ces cinq années de service, après lesquelles le taux de rétribution est abaissé. Le taux de rétribution de base peut, au minimum, ne pas du tout être prolongé et, au maximum, prolongé jusqu'à l'échéance de la durée de rétribution prévue selon la loi en vigueur.⁵

Pour les petites installations éoliennes selon le chapitre 2, le taux de rétribution reste inchangé pendant toute la durée de rétribution.⁶

⁵ Annexe 1.3 chiffre 3.2.3 OEnER

⁶ Annexe 1.3 chiffre 3.1 OEnER

3.1 Date de référence

La date de référence est la date à partir de laquelle le taux de rétribution est modifié au terme de cinq années de service.

Si la mise en service a eu lieu jusqu'au 15 d'un mois (ou 14 en février), la prolongation est calculée à partir du début du mois de la mise en service; en cas de mise en service à partir du 16 d'un mois (ou 15 en février), le calcul n'est réalisé que le mois suivant. En cas de mesure des données de production trimestrielle, le calcul est réalisé de manière semblable par rapport au trimestre: Les dates de référence sont alors les suivantes: 14 février, 15 mai, 15 août, 15 novembre.

Pour définir le rendement effectif des cinq premières années de service, les données de production journalières précises depuis le jour effectif de la mise en service sont prises en considération, ceci s'appliquant pour les installations avec mesure de la courbe de charge. Pour les installations sans mesure de la courbe de charge, ce sont les données disponibles à partir de la date de mise en service jusqu'au jour de référence qui sont utilisées.

3.2 Bonus d'altitude

Pour les grandes éoliennes situées à une altitude égale ou supérieure à 1700 mètres au-dessus du niveau de la mer, le taux de rétribution de base est augmenté de 2,5 c./kWh (Bonus d'altitude).⁷

3.3 Prolongation du taux de rétribution de base pour les grandes installations

La production effective moyenne par an durant les cinq premières années de service est déterminante pour la durée de la prolongation. Si celle-ci atteint ou dépasse une valeur seuil (A) du rendement de référence, le taux de rétribution de base n'est pas prolongé. Par contre, si elle n'atteint pas la valeur seuil, la durée de prolongation D_V est calculée comme suit:

$$D_V = \left(\frac{A}{100\%} - \frac{E}{R} \right) * \frac{C}{D}$$

D: Durée de la prolongation en mois

R: Rendement effectif en kWh (moyenne annuelle arithmétique)

C: Paramètre C conformément à l'Ordonnance en vigueur

A: Valeur seuil conformément à l'Ordonnance en vigueur

R: Rendement de référence en kWh

D: Paramètre D conformément à l'Ordonnance en vigueur

Les paramètres A, C et D dépendent du régime de rétribution respectif et peuvent être consultés à l'Annexe 1 ou dans l'Ordonnance applicable pour le cas en question (aOEne ou OEneR).

La durée de prolongation D_V correspond au maximum à la durée de rétribution restante (durée de rétribution totale moins les cinq premières années d'exploitation). La durée de rétribution totale n'est pas prolongée.

⁷ Annexe 1.3 chiffre 3.2.2 OEneR

3.3.1 Site de référence

Le site de référence Suisse est un site virtuel utilisé pour le calcul du rendement de référence. Ses caractéristiques sont définies à l'annexe 1.3 chiffres 3.2.5, 3.2.6 et 3.2.7 OEneR. À partir de l'aOEne, état au 1^{er} janvier 2014, les installations situées à moins de 1700 mètres au-dessus de la mer et celles situées à une altitude égale ou supérieure à 1700 mètres au-dessus de la mer ont des sites de références distincts présentant des caractéristiques différentes.

Le calcul de l'altitude exacte de l'installation s'établit par rapport à la bordure supérieure de son socle.⁸

3.3.2 Rendement de référence

Pour tous les types d'installations éoliennes, le rendement de référence est la quantité d'électricité calculée au niveau de la hauteur de moyeu effective que ce type d'installation est supposée produire en un an, sur le site de référence Suisse, sur la base de sa caractéristique de puissance.⁹

Le rendement de référence est calculé comme suit:

$$R = \sum_{i=1}^n J(v_i)$$

Le rendement de référence est arrondi à une valeur en kWh entière. Pour $J(v_i)$, veuillez consulter le chapitre suivant 3.3.3.

3.3.3 Courbe de puissance caractéristique

La courbe de puissance caractéristique est, pour chaque type d'installation éolienne et indépendamment de la hauteur du moyeu, le lien précis entre la vitesse du vent et la fourniture de puissance.

Pour calculer le rendement de référence, il faut utiliser une courbe de puissance caractéristique définie et publiée par le fabricant de l'installation éolienne selon les règles générales reconnues de la technique et sur la base de la norme IEC 61400-12-1 dans des conditions standard (ISO standard atmosphere).

Si aucune courbe de puissance caractéristique n'est disponible auprès du fabricant, il est exceptionnellement possible de la calculer sur la base de la formule suivante:

$$P_i = c_p * A * \frac{\rho}{2} * v_i^3$$

P_i : Puissance active dans classe i
 A : Surface circulaire du rotor
 ρ : Densité atmosphérique

c_p : Coefficient de puissance
 v_i : Vitesse du vent de la classe i

⁸ Annexe 1.3 chiffre 3.2.2 OEneR

⁹ Annexe 1.3 chiffre 3.2.4 OEneR

Le calcul est réalisé avec une densité atmosphérique de $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ et un coefficient de puissance c_p de 0,38 (correspond à zéro mètre au-dessus du niveau de la mer (atmosphère standard OACI)).

Le rendement d'énergie annuel J pour chaque classe de la vitesse du vent (v_i) découle de:

$$J(v_i) = 8760h * (F(v_i) - F(v_{i-1})) * \left(\frac{P_{i-1} + P_i}{2}\right)$$

Avec la fréquence cumulée Rayleigh F de la vitesse du vent:

$$F(v_i) = 1 - \exp\left[-\frac{\pi}{4} * \left(\frac{v_i}{v_{mo}}\right)^2\right]$$

Dans ce cadre, v_i représente la vitesse du vent en m/s dans la classe i , P_i la puissance active en kW dans la classe i et v_{mo} la vitesse du vent moyenne annuelle en m/s au niveau de la hauteur de moyeu de l'éolienne.

Calcul de la vitesse du vent annuelle moyenne au niveau de la hauteur du moyeu v_{mo} de l'installation éolienne sur le site de référence:

$$v_{mo} = v_{ref} * \frac{\ln \frac{h_{mo}}{z_0}}{\ln \frac{h_{ref}}{z_0}}$$

z_0 : Longueur de rugosité du site de référence

h_{mo} : Hauteur du moyeu de l'installation éolienne conformément aux indications du fabricant

h_{ref} : Hauteur de référence

v_{ref} : Vitesse annuelle moyenne du site de référence

La hauteur de référence h_{ref} est de 50 m, la longueur de rugosité afférente z_0 et la vitesse moyenne du vent v_{ref} sont disponibles en Annexe 1.

3.3.4 Rendement effectif

Le rendement effectif d'une installation éolienne est la moyenne annuelle arithmétique de la production d'électricité des cinq premières années de service mesurée au point d'échange vers le gestionnaire de réseau.

3.3.5 Exemple de calcul

Le taux de rétribution et la modification de ce dernier pour une turbine avec les données clés suivantes sont définis comme il suit

Garantie de principe	01.07.2018	Rendement 2015	1 800 000 kWh
Date de mise en service	01.01.2015	Rendement 2016	1 500 000 kWh
Altitude du site	2000 m au-dessus du niveau de la mer	Rendement 2017	1 700 000 kWh
Puissance nominale	1000 kW	Rendement 2018	1 600 000 kWh
Hauteur du moyeu	120 m	Rendement 2019	1 900 000 kWh
Diamètre du rotor	50 m	Moyenne des 5 ans	1 700 000 kWh

Pour les installations situées à une altitude égale ou supérieure à 1700 mètres au-dessus du niveau de la mer, le taux de rétribution de base inclut également le bonus de hauteur. Dans cet exemple, l'installation a un bonus de hauteur de 2,5 c./kWh car elle est située à une altitude de 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Cela signifie que la rétribution de base s'élève à 25,5 c./kWh (23,0 c./kWh + 2,5 c./kWh).

Courbe de puissance (diamètre du rotor 50 m, puissance nominale 1000 kW):

Classe	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P _i	0,00	0,46	3,66	12,34	29,25	57,13	98,71	156,8	234,0	333,2	457,0	608,3	789,7
Classe	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
P _i	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Pour un site de référence situé à une altitude supérieure à 1700 mètres au-dessus du niveau de la mer du régime de rétribution C conformément à l'Annexe 1, il en résulte les paramètres supplémentaires suivants:

Vitesse moyenne du vent à 50 mètres du sol	5,5 m/s
Profil en hauteur	Logarithmique
Répartition de Weibull avec	k = 2,0
Longueur de rugosité	l = 0,03 m

La vitesse du vent moyenne annuelle à la hauteur du moyeu s'élève donc à 6,15 m/s. Il en découle:

Classe	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F(v _i)	0,000	0,021	0,080	0,171	0,283	0,405	0,527	0,639	0,735	0,814	0,875	0,919	0,950
J(v _i)	0,00	41,15	1066	6360	20447	46267	82950	125356	165573	195576	209809	206652	188368
Classe	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
F(v _i)	0,970	0,983	0,991	0,995	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
J(v _i)	159 493	112 377	67 607	38 838	21 317	11 184	5612	2694	1237	543,9	228,9	92,27	35,61

Ainsi, le rendement de référence R en tant que somme des rendements d'énergie annuels par classe s'élève à **1 669 724 kWh**.

On peut dès lors calculer la prolongation de la rétribution de base D_v sur la base des paramètres de baisse du régime de rétribution c conformément à l'Annexe 1 et sur la base du rendement moyen D_v:

A	130%
B	13,0 c./kWh

C	1
D	0,3%
E	1 700 000 kWh

Il en résulte une prolongation du taux de rétribution de base D_v de 93,96 mois, que l'on arrondit à 94 mois.

L'installation obtient donc les taux de rétribution suivants:

07.2018 - 12.2019	25,5 c./kWh	Taux de rétribution de base
01.2020 - 10.2027	25,5 c./kWh	Taux de rétribution de base prolongé
11.2027 - 12.2030	13,0 c./kWh	Rétribution baissée
Durée de rétribution	15 ans	À partir de la mise en service

4. Transfert de droits de rétribution

La garantie de principe pour un projet d'éoliennes peut être transférée à un autre projet.¹⁰

L'exploitant transférant doit soumettre la demande de transfert de la garantie de principe ou la décision positive à l'OFEN au moyen du formulaire «Demande de transfert de décision(s) RPC positive(s)».

Si une telle demande est approuvée par l'OFEN, Pronovo délivre au nouveau ayant droit de la rétribution une décision dans son principe. En même temps, la garantie de principe pour le projet habilité avant le transfert du droit est révoquée au moyen d'une décision.

¹⁰ Annexe 1.3 chiffre 5.2 OEneR

Bases légales

aOEne	Ordonnance sur l'énergie du 7 décembre 1998	SR 730.01
OEne	Ordonnance sur l'énergie du 1 ^{er} novembre 2017	SR 730.01
OEneR	Ordonnance sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables du 1 ^{er} novembre 2017	SR 730.03
LEne	Loi sur l'énergie du 30 septembre 2016	SR 730.0

Abréviations

OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OFEN	Office fédéral de l'énergie
SRI	Système de rétribution de l'injection

Annexe 1: Régimes de rétribution

Les fondements juridiques et les lois correspondantes ainsi que les ordonnances relatives au calcul du taux de rétribution ont été révisés durant les dernières années. L'objectif du tableau suivant consiste à fournir une vue d'ensemble des régimes de rétribution à prendre en compte pour le calcul du taux et de la durée de rétribution en fonction des cas.

Mise en service	jusqu'au 29.02.2012	Du 01.03.2012 au 31.12.2012	Du 01.01.2013 au 31.12.2013	Du 01.01.2014 au 31.12.2017	à partir du 01.01.2018	
NAP					jusqu'au 31.12.2017	à partir du 01.01.2018
Décision positive avant le 31.12.2017	a	b1	b1	b2	b2	c
Garantie de principe à par- tir du 01.01.2018			c	c	c	c

Tableau 1: régimes de rétribution applicables en fonction des facteurs pertinents. Les détails relatifs aux régimes de rétribution (a, b1, b2, c) figurent dans le tableau suivant.

		Régime de rétribution			
	Unité	a	b1	b2	c
Durée de rétribution	ans	20	20	20	15
Taux de rétribution initial	c./kWh	20,0	21,5	21,5	23,0
A	%	150	130	130	130
B (taux de rétribution baissé)	c./kWh	17,0	13,5	13,5	13,0
C	Mois	2	1	1	1
D	%	0,75	0,3	0,3	0,3
Site de référence à une altitude inférieure à 1700 mètres au-dessus du niveau de la mer					
Vitesse moyenne du vent à 50 mètres du sol	m/s	4,5	5,0	5,0	5,0
Profil en hauteur		Log.	Log.	Log.	Log.
Distribution de type Weibull avec	k =	2,0	2,0	2,0	2,0
Longueur de rugosité	m	0,1	0,1	0,1	0,1

		Régime de rétribution			
	Unité	a	b1	b2	c
Site de référence à une altitude égale ou supérieure à 1700 mètres au-dessus du niveau de la mer					
Vitesse moyenne du vent à 50 mètres du sol	m/s	4,5	5,0	5,5	5,5
Profil en hauteur		Log.	Log.	Log.	Log.
Distribution de type Weibull avec	k =	2,0	2,0	2,0	2,0
Longueur de rugosité	m	0,1	0,1	0,03	0,03