

ATTENTION : Le texte ci-dessous correspond à l'Arrêté tarifaire du 12 janvier 2010 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 – NOR : DEVE0930803A, dans lequel ont été intégrées les modifications résultant de l'Arrêté tarifaire du 15/01/2010 – NOR : DEVE1001417A et de l'Arrêté tarifaire du 16/03/2010 – NOR : DEVE1006508A. Ce document est fait pour faciliter la lecture des arrêtés, toutefois seuls les arrêtés originaux ont une valeur juridique, vous reporter au site « legifrance.gouv.fr » pour obtenir les textes originaux.

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NÉGOCIATIONS SUR LE CLIMAT

Arrêté du 12 janvier 2010 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3. de l'article 2 du décret n. 2000-1196 du 6 décembre 2000

NOR : DEVE0930803A

Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat, et la ministre de l'économie, de l'industrie et de l'emploi,

Vu la loi no 2000-108 du 10 février 2000 modifiée relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, notamment son article 10 ;

Vu la loi no 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique, notamment son article 76 ;

Vu le décret no 2000-877 du 7 septembre 2000 relatif à l'autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité, notamment son article 1er ;

Vu le décret no 2000-1196 du 6 décembre 2000 fixant par catégorie d'installations les limites de puissance des installations pouvant bénéficier de l'obligation d'achat d'électricité, notamment son article 2 ;

Vu le décret no 2001-410 du 10 mai 2001 modifié relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par des producteurs bénéficiant de l'obligation d'achat, notamment son article 8 ;

Vu l'avis de la Commission de régulation de l'énergie en date du 3 décembre 2009 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie en date du 22 décembre 2009,

Arrêtent :

Art. 1er. – Le présent arrêté fixe les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil moyennant des technologies photovoltaïques ou thermodynamiques, telles que visées au 3o de l'article 2 du décret du 6 décembre 2000 susvisé.

Art. 2. – L'installation du producteur est décrite dans le contrat d'achat, qui précise ses caractéristiques principales :

1. Lieu, département et région ou collectivité territoriale de l'installation ;
2. Nature de l'installation :
 - installation bénéficiant de la prime d'intégration au bâti, installation bénéficiant de la prime d'intégration simplifiée au bâti ou autre installation ;
 - pour les installations au sol : installation fixe ou pivotante sur un ou deux axes permettant le suivi de la course du soleil ;
3. Nature de l'exploitation : vente en surplus ou vente en totalité ;
4. Puissance crête totale installée pour les générateurs photovoltaïques telle que définie par les normes

NF EN 61215 et NF EN 61646 ou puissance électrique maximale installée dans les autres cas. La puissance crête totale installée ne peut être inférieure à la puissance installée telle que définie à l'article 1er du décret no 2000-877 du 7 septembre 2000 susvisé ;

5. Tension de livraison.

Art. 3. – La date de demande complète de raccordement au réseau public par le producteur détermine les tarifs applicables à une installation. La demande complète doit comporter les éléments définis à l'article 2 ainsi que les éléments précisés dans la documentation technique de référence du gestionnaire de réseau public auquel l'installation est raccordée. Les tarifs applicables sont définis à l'annexe 1 du présent arrêté. Pour les installations utilisant des technologies photovoltaïques, les tarifs peuvent inclure une prime d'intégration au bâti ou une prime d'intégration simplifiée au bâti. Les règles d'éligibilité à ces primes sont définies à l'annexe 2 du présent arrêté. Les définitions relatives à une installation photovoltaïque pour l'application des règles d'éligibilité sont à l'annexe 4 du présent arrêté.

Art. 4. – L'énergie annuelle susceptible d'être achetée, calculée à partir de la date anniversaire de prise d'effet du contrat d'achat, est plafonnée. Le plafond est défini comme le produit de la puissance crête installée par une durée de 1 500 heures si l'installation est située en métropole continentale ou de 1 800 heures dans les autres cas. Pour les installations photovoltaïques pivotantes sur un ou deux axes permettant le suivi de la course du soleil, le plafond est défini comme le produit de la puissance crête installée par une durée de 2 200 heures si l'installation est située en métropole continentale ou de 2 600 heures dans les autres cas. Ce plafonnement ne s'applique pas aux installations solaires thermodynamiques.

L'énergie produite au-delà des plafonds définis à l'alinéa précédent est rémunérée à 5 c€/kWh.

En cas de production proche ou supérieure au plafond annuel, l'acheteur pourra faire effectuer des contrôles afin de vérifier la conformité de l'installation.

Art. 5. – Peut bénéficier d'un contrat d'achat aux tarifs définis dans les conditions indiquées à l'article 3 ci-dessus, dans la mesure où elle respecte à la date de signature du contrat d'achat les conditions des décrets du 6 décembre 2000 et du 10 mai 2001 susvisés, une installation mise en service pour la première fois après la date de publication du présent arrêté et dont les générateurs n'ont jamais produit d'électricité à des fins d'autoconsommation ou dans le cadre d'un contrat commercial.

La date de mise en service de l'installation correspond à la date de mise en service de son raccordement au réseau public.

Le contrat d'achat est conclu pour une durée de vingt ans à compter de la mise en service de l'installation. Cette mise en service doit avoir lieu dans un délai de vingt-quatre mois à compter de la date de demande complète de raccordement au réseau public par le producteur. En cas de dépassement de ce délai, la durée du contrat d'achat est réduite d'autant.

Art. 6. – Un producteur qui a déposé une demande complète de contrat d'achat sur la base de l'arrêté du 10 juillet 2006 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3o de l'article 2 du décret no 2000-1196 du 6 décembre 2000 pour une installation dont la mise en service n'est pas intervenue avant la date de publication du présent arrêté peut déposer une nouvelle demande de contrat d'achat sur la base du présent arrêté. Cette dernière demande comporte les mêmes éléments que la demande complète de contrat d'achat déposée sur la base de l'arrêté du 10 juillet 2006, complétés des caractéristiques additionnelles prévues à l'article 2 du présent arrêté, et annule et remplace la précédente demande. Le tarif applicable à cette installation est alors celui « résultant » (1) du présent arrêté. Le délai de mise en service pour cette installation est de vingt-quatre mois à compter de la date de demande complète de contrat d'achat initiale. En cas de dépassement de ce délai, la durée du contrat d'achat est réduite d'autant.

Art. 6bis. « Dans tous les cas, une installation photovoltaïque n'est éligible à la prime d'intégration au bâti que si la puissance crête cumulée des installations photovoltaïques situées sur un même site est inférieure ou égale à 250 kilowatts crête. Deux installations photovoltaïques, exploitées par une même personne ou par les sociétés qu'elle contrôle directement ou indirectement au sens de l'article L. 233-3 du code de commerce, ne peuvent être considérées, au sens du présent arrêté, comme situées sur deux sites distincts si la distance qui les sépare est inférieure à 500 mètres. » (2)

(1) **Art. 5.** modifié suite à l'Arrêté du 15 janvier 2010 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2010 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3o de l'article 2 du décret no 2000-1196 du 6 décembre 2000 - NOR : DEVE1001417A

(2) **Art. 6bis.** ajouté suite à l'Arrêté du 16 mars 2010 relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par certaines installations utilisant l'énergie radiative du soleil - NOR : DEVE1006508A

Art. 7. – Une installation mise en service avant la date de publication du présent arrêté, ou qui a déjà produit de l'électricité à des fins d'autoconsommation ou dans le cadre d'un contrat commercial, et qui n'a jamais bénéficié de l'obligation d'achat peut bénéficier d'un contrat d'achat aux tarifs définis dans les conditions indiquées à l'article 3 ci-dessus et multipliés par le coefficient S défini ci-après :

$S = (20 - N)/20$ si N est inférieur à 20 ans ;

$S = 1/20$ si N est supérieur ou égal à 20 ans,

où N est le nombre d'années, entières ou partielles, comprises entre la date de mise en service de l'installation et la date de signature du contrat d'achat.

Le producteur fournit à l'acheteur une attestation sur l'honneur précisant la date de mise en service de l'installation. Le producteur tient les justificatifs correspondants (factures d'achat des composants, contrats d'achat, factures correspondant à l'électricité produite depuis la mise en service) à la disposition de l'acheteur.

Art. 8. – Chaque contrat d'achat comporte les dispositions relatives à l'indexation des tarifs qui lui sont applicables. Cette indexation s'effectue à chaque date anniversaire de la prise d'effet du contrat d'achat, par l'application du coefficient L défini ci-après :

$L = 0,8 + 0,1 (ICHTrev-TS/ICHTrev-TSo) + 0,1 (FM0ABE0000/ FM0ABE0000o)$,

formule dans laquelle :

1° ICHTrev-TS est la dernière valeur définitive connue au 1er novembre précédant la date anniversaire de la prise d'effet du contrat d'achat de l'indice du coût horaire du travail révisé (tous salariés) dans les industries mécaniques et électriques ;

2° FM0ABE0000 est la dernière valeur définitive connue au 1er novembre précédant la date anniversaire de la prise d'effet du contrat d'achat de l'indice des prix à la production de l'industrie française pour le marché français – ensemble de l'industrie – A10 BE – prix départ usine ;

3° « ICHTrev-TSo et FM0ABE0000o sont les dernières valeurs définitives connues au 1er novembre précédant la date de prise d'effet du contrat d'achat. » (3)

Art. 9. – Le directeur de l'énergie est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

(3) **Art. 8.** – alinéa 3° est modifié suite à l'Arrêté du 16 mars 2010 relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par certaines installations utilisant l'énergie radiative du soleil - NOR : DEVE1006508A

Fait à Paris, le 12 janvier 2010.

*Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie,
de l'énergie, du développement durable et de la mer,
en charge des technologies vertes
et des négociations sur le climat,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur de l'énergie,
P.-M. ABADIE*

*La ministre de l'économie,
de l'industrie et de l'emploi,
Pour la ministre et par délégation :
Le chef du service de la régulation
et de la sécurité,
F. AMAND*

A N N E X E S

A N N E X E 1

TARIFS D'ACHAT

1. L'énergie active fournie par le producteur est facturée à l'acheteur sur la base des tarifs définis ci-dessous. Ils sont exprimés en c€/kWh hors TVA.

2. Pour les installations bénéficiant de la prime d'intégration au bâti situées sur un bâtiment à usage principal d'habitation au sens de l'article L. 631-7 du code de la construction et de l'habitation, d'enseignement ou de santé, le tarif applicable à l'énergie active fournie est égal à 58 c€/kWh.

Pour les installations bénéficiant de la prime d'intégration au bâti situées sur d'autres bâtiments, le tarif

applicable à l'énergie active fournie est égal à 50 c€/kWh.

3. Pour les installations bénéficiant de la prime d'intégration simplifiée au bâti, le tarif applicable à l'énergie active fournie est égal à 42 c€/kWh.

4. Pour les autres installations, le tarif applicable à l'énergie active fournie est égal à :

4.1. En Corse, dans les départements d'outre-mer et dans la collectivité territoriale de Saint-Pierre-et-Miquelon et à Mayotte : 40 c€/kWh ;

4.2. En métropole continentale : $(T * R)$, formule dans laquelle :

4.2.1. $T = 31,4$ c€/kWh ;

4.2.2. Pour les installations d'une puissance crête inférieure ou égale à 250 kilowatts crête, la valeur de R est égale à 1 ;

4.2.3. Pour les installations d'une puissance crête supérieure à 250 kilowatts crête, la valeur de R est définie à l'annexe 3 du présent arrêté.

5. Pour les demandes complètes de raccordement au réseau public prévues à l'article 2 du présent arrêté et déposées après le 31 décembre 2011, les tarifs mentionnés aux paragraphes 2, 3 et 4 de cette annexe seront indexés au 1er janvier 2012, puis au 1er janvier de chaque année suivante par multiplication de la valeur du tarif de la période précédente avec le coefficient $(1-D)$, où D est égal à 10 %.

A N N E X E 2

RÈGLES D'ÉLIGIBILITÉ À LA PRIME D'INTÉGRATION AU BÂTI ET À LA PRIME D'INTÉGRATION SIMPLIFIÉE

1. Une installation photovoltaïque est éligible à la prime d'intégration au bâti si et seulement si elle remplit toutes les conditions suivantes :

1.1. Le système photovoltaïque est installé sur la toiture d'un bâtiment clos (sur toutes les faces latérales) et couvert, assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités. A l'exception des bâtiments à usage principal d'habitation, le système photovoltaïque est installé au moins deux ans après la date d'achèvement du bâtiment. Le système photovoltaïque est installé dans le plan de ladite toiture.

1.2. Le système photovoltaïque remplace des éléments du bâtiment qui assurent le clos et couvert, et assure la fonction d'étanchéité. Après installation, le démontage du module photovoltaïque ou du film photovoltaïque ne peut se faire sans nuire à la fonction d'étanchéité assurée par le système photovoltaïque ou rendre le bâtiment impropre à l'usage.

1.3. Pour les systèmes photovoltaïques composés de modules rigides, les modules constituent l'élément principal d'étanchéité du système.

1.4. Pour les systèmes photovoltaïques composés de films souples, l'assemblage est effectué en usine ou sur site. L'assemblage sur site est effectué dans le cadre d'un contrat de travaux unique.

2. Par exception aux dispositions du paragraphe 1, une installation photovoltaïque qui est composée de modules rigides et pour laquelle le producteur fait la demande complète de raccordement au réseau public conformément à l'article 2 du présent arrêté avant le 1er janvier 2011 est éligible à la prime d'intégration au bâti si le système photovoltaïque remplit les conditions des paragraphes 1.1, première et deuxième phrase, et 1.2, première phrase, et est parallèle au plan de la toiture.

3. « Par exception aux dispositions du paragraphe 1, une installation photovoltaïque est éligible à la prime d'intégration au bâti si elle remplit toutes les conditions suivantes :

3.1. Le système photovoltaïque est installé sur un bâtiment clos (sur toutes les faces latérales) et couvert, assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités ; à l'exception des bâtiments à usage principal d'habitation, le système photovoltaïque est installé au moins deux ans après la date d'achèvement du bâtiment.

3.2. Le système photovoltaïque remplit au moins l'une des fonctions suivantes :

3.2.1. Allège ;

3.2.2. Bardage ;

3.2.3. Brise-soleil ;

3.2.4. Garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse ;

3.2.5. Mur-rideau. » (4)

(4) Le paragraphe 3 de l'Annexe 2 est modifié suite à l'Arrêté du 16 mars 2010 relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par certaines installations utilisant l'énergie radiative du soleil NOR : DEVE1006508A

4. Une installation photovoltaïque est éligible à la prime d'intégration simplifiée au bâti si et seulement si elle remplit toutes les conditions suivantes :

4.1. Le système photovoltaïque est installé sur la toiture d'un bâtiment assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités. Il est parallèle au plan de ladite toiture.

4.2. Le système photovoltaïque remplace des éléments du bâtiment qui assurent le clos et couvert, et assure la fonction d'étanchéité.

4.3. La puissance crête totale de l'installation telle que définie à l'article 2 du présent arrêté est supérieure à 3 kilowatts crête.

5. Par exception aux dispositions du paragraphe 4, à compter du 1er janvier 2011, une installation photovoltaïque d'une puissance crête inférieure ou égale à 3 kilowatts crête est éligible à la prime d'intégration simplifiée au bâti si le système photovoltaïque remplit les conditions des paragraphes 1.1 et 1.2, première phrase.

6. Par exception aux dispositions du paragraphe 4, une installation photovoltaïque est éligible à la prime d'intégration simplifiée au bâti si le système photovoltaïque est installé sur un bâtiment assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités et remplit au moins l'une des fonctions suivantes :

6.1. Allège ;

6.2. Bardage ;

6.3. Brise-soleil ;

6.4. Garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse ;

6.5. Mur-rideau.

7. Pour bénéficier de la prime d'intégration au bâti ou de la prime d'intégration simplifiée au bâti, le Producteur fournit à l'acheteur une attestation sur l'honneur certifiant que :

– l'intégration au bâti ou l'intégration simplifiée au bâti ont été réalisées dans le respect des règles d'éligibilité citées ci-dessus ;

– il dispose d'une attestation de l'installateur certifiant que les ouvrages exécutés pour incorporer l'installation photovoltaïque dans le bâtiment ont été conçus et réalisés de manière à satisfaire l'ensemble des exigences auxquelles ils sont soumis, notamment les règles de conception et de réalisation visées par les normes NF DTU, des règles professionnelles ou des évaluations techniques (avis technique, dossier technique d'application, agrément technique européen, appréciation technique expérimentale, Pass'Innovation, enquête de technique nouvelle), ou toutes autres règles équivalentes d'autres pays membres de l'Espace économique européen.

Le producteur tient ces attestations ainsi que les justificatifs correspondants à la disposition du préfet.

A N N E X E 3

VALEURS DU COEFFICIENT R

Les valeurs du coefficient R ont été calculées en fonction du rayonnement annuel moyen (kWh/m²) dans chaque département.

DÉPARTEMENT	NO DE DÉPT	RÉGION	COEFFICIENT R
Ain	1	Rhône-Alpes	1,09
Aisne	2	Picardie	1,15
Allier	3	Auvergne	1,09
Alpes-de-Haute-Provence	4	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,00
Hautes-Alpes	5	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,00
Alpes-Maritimes	6	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,00
Ardèche	7	Rhône-Alpes	1,03
Ardennes	8	Champagne-Ardenne	1,16
Ariège	9	Midi-Pyrénées	1,05
Aube	10	Champagne-Ardenne	1,13
Aude	11	Languedoc-Roussillon	1,03
Aveyron	12	Midi-Pyrénées	1,02
Bouches-du-Rhône	13	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,00
Calvados	14	Basse-Normandie	1,17
Cantal	15	Auvergne	1,08
Charente	16	Poitou-Charentes	1,08
Charente-Maritime	17	Poitou-Charentes	1,05
Cher	18	Centre	1,09
Corrèze	19	Limousin	1,07

DÉPARTEMENT	NO DE DÉPT	RÉGION	COEFFICIENT R
Côte-d'Or	21	Bourgogne	1,13
Côtes-d'Armor	22	Bretagne	1,18
Creuse	23	Limousin	1,09
Dordogne	24	Aquitaine	1,06
Doubs	25	Franche-Comté	1,13
Drôme	26	Rhône-Alpes	1,01
Eure	27	Haute-Normandie	1,15
Eure-et-Loir	28	Centre	1,12
Finistère	29	Bretagne	1,15
Gard	30	Languedoc-Roussillon	1,00
Haute-Garonne	31	Midi-Pyrénées	1,05
Gers	32	Midi-Pyrénées	1,04
Gironde	33	Aquitaine	1,05
Hérault	34	Languedoc-Roussillon	1,00
Ille-et-Vilaine	35	Bretagne	1,13
Indre	36	Centre	1,06
Indre-et-Loire	37	Centre	1,10
Isère	38	Rhône-Alpes	1,06
Jura	39	Franche-Comté	1,10
Landes	40	Aquitaine	1,06
Loir-et-Cher	41	Centre	1,11
Loire	42	Rhône-Alpes	1,09
Haute-Loire	43	Auvergne	1,08
Loire-Atlantique	44	Pays de la Loire	1,08
Loiret	45	Centre	1,11
Lot	46	Midi-Pyrénées	1,05
Lot-et-Garonne	47	Aquitaine	1,04
Lozère	48	Languedoc-Roussillon	1,05
Maine-et-Loire	49	Pays de la Loire	1,10
Manche	50	Basse-Normandie	1,17
Marne	51	Champagne-Ardenne	1,13
Haute-Marne	52	Champagne-Ardenne	1,11
Mayenne	53	Pays de la Loire	1,12
Meurthe-et-Moselle	54	Lorraine	1,18
Meuse	55	Lorraine	1,20
Morbihan	56	Bretagne	1,11
Moselle	57	Lorraine	1,19
Nièvre	58	Bourgogne	1,12
Nord	59	Nord -Pas-de-Calais	1,20
Oise	60	Picardie	1,16
Orne	61	Basse-Normandie	1,14
Pas-de-Calais	62	Nord -Pas-de-Calais	1,20
Puy-de-Dôme	63	Auvergne	1,09
Pyrénées-Atlantiques	64	Aquitaine	1,08
Hautes-Pyrénées	65	Midi-Pyrénées	1,08
Pyrénées-Orientales	66	Languedoc-Roussillon	1,03
Bas-Rhin	67	Alsace	1,14
Haut-Rhin	68	Alsace	1,13
Rhône	69	Rhône-Alpes	1,08
Haute-Saône	70	Franche-Comté	1,12
Saône-et-Loire	71	Bourgogne	1,09
Sarthe	72	Pays de la Loire	1,11
Savoie	73	Rhône-Alpes	1,08
Haute-Savoie	74	Rhône-Alpes	1,08
Paris	75	Ile-de-France	1,14
Seine-Maritime	76	Haute-Normandie	1,19
Seine-et-Marne	77	Ile-de-France	1,13
Yvelines	78	Ile-de-France	1,14
Deux-Sèvres	79	Poitou-Charentes	1,08

DÉPARTEMENT	NO DE DÉPT	RÉGION	COEFFICIENT R
Somme	80	Picardie	1,20
Tarn	81	Midi-Pyrénées	1,03
Tarn-et-Garonne	82	Midi-Pyrénées	1,03
Var	83	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,00
Vaucluse	84	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1,00
Vendée	85	Pays de la Loire	1,06
Vienne	86	Poitou-Charentes	1,09
Haute-Vienne	87	Limousin	1,09
Vosges	88	Lorraine	1,15
Yonne	89	Bourgogne	1,12
Territoire de Belfort	90	Franche-Comté	1,12
Essonne	91	Ile-de-France	1,12
Hauts-de-Seine	92	Ile-de-France	1,14
Seine-Saint-Denis	93	Ile-de-France	1,14
Val-de-Marne	94	Ile-de-France	1,14
Val-d'Oise	95	Ile-de-France	1,14

A N N E X E 4

DÉFINITIONS

Système photovoltaïque :

Un système photovoltaïque est un procédé ou une solution technique de construction, rigide ou souple, composé d'un module ou d'un film photovoltaïque et d'éléments non productifs assurant des fonctions de fixation aux éléments mitoyens, de résistance mécanique ou d'étanchéité. L'ensemble est conçu spécifiquement pour la production d'électricité d'origine photovoltaïque.

Installation photovoltaïque :

L'installation photovoltaïque est un ensemble composé du système photovoltaïque et des éléments assurant la transmission et la transformation du courant électrique (câblages, onduleurs, etc.).

Installation solaire thermodynamique :

Une installation solaire thermodynamique est un ensemble d'éléments techniques permettant de transformer, à l'aide de capteurs, l'énergie rayonnée par le soleil en chaleur, puis celle-ci en énergie mécanique et électrique à travers un cycle thermodynamique.