

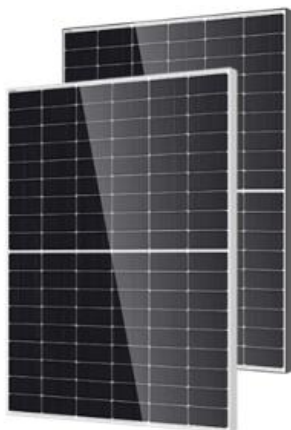
Profil environnemental du produit

DMEGC

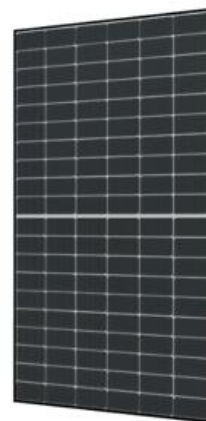
Infinity RT Bifacial



DMXXM10RT-B54HBB



DMXXM10RT-B54HSW/HBW



DMXXM10RT-B60HBT

| | |
|---|---|
| Numéro d'enregistrement : DMEG-00013-V01.01-FR | Règles éditoriales : « PCR-ed4-FR-2021-09 06 » |
| No d'habilitation de l'auditeur : VH44 | Information et dépôt : www.pep-ecopassport.org |
| Date de parution : 02/2025 | Période de validité : 5 ans |
| Vérification indépendante de la déclaration et des données, conformément à la norme ISO 14025:2006 | |
| Interne: <input type="checkbox"/> | Externe: <input checked="" type="checkbox"/> |
| Revue critique du PCR conduit par un panel d'experts présidé par Julie Orgelet (DDemain) | |
| Les PEP sont conformes aux normes NF C08-100-1:2022 et EN 50693:2019 | |
| Les éléments PEP ne peuvent pas être comparés avec des éléments issus d'un autre programme | |
| Document conforme à la norme ISO 14025 : 2006 « Marquages et déclarations environnementaux. | |
| Déclarations environnementales de type III | |





INFORMATIONS GENERALES

Produit(s) étudié(s)

Liste des entités admissibles

La ou les références commerciales sont les suivantes :

L'entité admissible à l'utilisation de la déclaration est :

DMXXXM10RT-B54HSW/HBW/HBB/HBT/HST (-U)

Hengdian DMEGC Magnetics Co., Ltd.

DMXXXM10RT-B60HSW/HBW/HBB/HBT/HST(-U)

DMXXXM10RT-G54HSW/HBW/HBB (-U)

DMXXXM10RT-G60HSW/HBW/HBB (-U)

Application

Unité Fonctionnelle (UF)

Cette déclaration et le rapport qui l'accompagne sont représentatifs d'un module photovoltaïque monocristallin bifacial doté de la technologie TOC bifaciale avec 54 et 60 cellules M10RT.

HSW est un cadre argenté avec fond blanc ou grid blanc entre cellules, et HBW est un cadre noir avec fond blanc ou grid blanc entre cellules.

HBB fait référence à un module de cadre avec un fond noir ou grid noir entre cellules.

HBT fait référence à un module de cadre noir avec un fond transparent.

Le calcul de l'impact est basé sur une modélisation comprenant plusieurs modules de différentes tailles et nombres de cellules, ce qui permet d'obtenir un résultat conservateur.

Fournir 1 kWc de capacité de production d'électricité photovoltaïque pendant 30 ans par 2 panneaux de 500Wc sur une surface de 4,42 m² avec une dégradation annuelle de 0,4%/an.

L'UF comprend la fabrication, le transport, l'installation, l'entretien et la fin de vie des panneaux.

L'UF n'inclut pas l'onduleur, la structure et le câblage nécessaire au raccordement de l'installation.

Représentativité géographique : Utilisation en France. Fabriqué et assemblé en Chine.

Unité déclarée (UD)

Assurer la production d'énergie photovoltaïque à l'aide de 0,45 panneaux solaires de 500 Wc sur une surface de 1 m² pour une durée de vie de référence de 30 ans, avec une dégradation annuelle de 1% la première année puis de 0,4%/an.

Relation mathématique entre l'unité déclarée – l'unité fonctionnelle

Une surface de 4,42 m² est nécessaire pour fournir 1kWc de capacité de production photovoltaïque, l'unité fonctionnelle correspond donc à 4,42 unités déclarées.

UF : 4.42 UD

PRODUIT DE REFERENCE

Tous les calculs sont liés à l'unité fonctionnelle, c'est-à-dire « 1kWc de panneaux » Les valeurs environnementales déclarées se réfèrent à un produit de référence avec les caractéristiques définies ci-dessous :

| CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES | | | |
|---|---|--|-------------|
| Produit | DM500M10RT-B60HSW/HBW/HBB/HBT/TVH | | |
| Fonction | Production d'électricité photovoltaïque | | |
| Masse totale (emballage et éléments additionnels inclus) | 28.714 | Masse totale (y compris l'emballage et les éléments supplémentaires) par rapportée à l'UF | 57.43 kg/UF |
| Masse totale hors emballage | 28.334 | Masse totale non emballée rapportée à l'UF | 56,67 kg/UF |
| Caractéristiques du produit | Panneau photovoltaïque : - Technologie monocristalline - Puissance nominale : P _{pep} = 500 Wc - Rendement : 22,11 % - Dégradation annuelle : 0,4 % | | |
| Principaux constituants | Cadre en aluminium Verre solaire en face avant Feuille arrière Deux feuilles d'encapsulant (EVA) Une boîte de jonction Cellules monocristallines reliées par soudure Emballages | | |

| MATIÈRES | | | | | |
|---|--------------|---------------|-------------|--------------------|--------------|
| Les matériaux constitutifs du produit de référence sont : | | | | | |
| Plastiques | | Métaux | | Autres | |
| Éthylvinylacétate (EVA) | 3.4% | Aluminium | 7.7% | Verre | 76.4% |
| Polyéthylène expansé (EPE) | 6.9% | Cuivre | 0.7% | Silicium | 2.0% |
| Silicone | 1.1% | Étain | <0,1 % | Emballage - Carton | 0.2% |
| Boîte de jonction (PP) | 0.3% | | | Emballage - Bois | <0,1 % |
| Résine fluorée | 0.0% | | | Flux de soudure | <0,1 % |
| Emballage plastique (LDPE) | <0,1 % | | | Diodes | <0,1 % |
| Total: | 11.7% | Total: | 8.5% | Total : | 79.7% |

METHODOLOGIE D'ANALYSE DU CYCLE DE VIE

L'analyse du cycle de vie sur laquelle se fonde ce profil environnemental de produit (PPE) est réalisée conformément aux critères de la norme PCR-ED4-EN-2021 09 06 du programme PEP ecopassport®. L'unité fonctionnelle et les scénarios de fabrication, de distribution, d'installation, d'utilisation et de fin de vie sont basés sur les hypothèses énoncées dans le document de « l'Agence internationale de l'énergie sur les ACV des systèmes photovoltaïques ». Les résultats ont été obtenus à l'aide du logiciel SimaPro 9.6.0.2, de la méthode EF 3.1 et de la base de données « Ecoinvent 3.10 ».



FABRICATION

La production et le traitement des déchets de production, ainsi que les emballages et les émissions liés à l'étape de fabrication ont été pris en compte.

Le transport en amont a été inclus dans l'étude.

Le modèle énergétique de l'électricité est celui du pays de fabrication pour chaque étape de fabrication :

- PolySi : 100% Sichuan, Chine (Electricity, high voltage {CN-SWG}| electricity, high voltage, production mix| Cut-off)
- Lingots et wafer : Henan, Chine (Electricity, high voltage {CN-CCG}| electricity, high voltage, production mix | Cut-off, U)
- Cellule : Sichuan, Chine (Electricity ,high voltage {CN-SWG}| production mix | Cut-off, U)
- Module : Jiangsu, Chine (Electricity, medium voltage{CN}| market group for electricity, medium voltage| Cut-off, U)



DISTRIBUTION

Le produit est distribué depuis le producteur en Chine jusqu'au lieu de mise en œuvre en France. Une distance de 330 km par camion a été considérée entre l'usine et le port de Ningbo. Une distance de 19 270 km en bateau a été considérée de Ningbo à Fos-sur-mer. Un point logistique est situé à Fos-sur-Mer à côté du port. Une distance finale de 1000 km a été considérée entre le dernier point logistique et le point de distribution final.



INSTALLATION

Le produit génère des déchets d'emballage pendant la phase d'utilisation. Leur élimination est calculée comme suit :

| Sur la masse de l'emballage | Carton, bois, amidon de maïs, cellulose | Plastique et autres produits considérés comme des déchets non dangereux |
|--|---|---|
| Part des emballages recyclés | 0% | 0% |
| Part des emballages récupérés pour l'énergie | 0% | 0% |
| Part des emballages incinérés ou mis en décharge | 100% | 100% |

Il a été considéré que les déchets sont transportés sur une distance de 1000 km.

Les panneaux sont installés à la main et fixés à l'aide d'un tournevis électrique. La consommation d'électricité a été jugée négligeable compte tenu des impacts du système.



UTILISATION

Maintenance

Les panneaux sont considérés comme autonettoyants.
Aucun maintenance n'est nécessaire pendant sa durée de vie.

Énergie produite

Les panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité pendant leur durée de vie. L'énergie produite au cours d'une année donnée est calculée comme suit :

$$Energie_{Année\ i} = I_{soleil} \times PR \times Eff_{panneau} \times S_{1kWc} \times D_{panneau} \times (1 + b)$$

Où:

- I_{soleil} est le rayonnement incident du soleil sur le panneau, exprimé en kWh. $m^{-2}.année^{-1}$. L'énergie produite est calculée par défaut avec une irradiation de 1300 kWh. $m^{-2}.AN^{-1}$. Pour un site de production avec une irradiation différente, l'énergie produite peut être recalculée en extrapolant entre l'irradiation du site et l'irradiation par défaut.
- PR , ou Performance ratio, est le rapport entre l'énergie produite par le panneau et l'énergie finale à la sortie du système photovoltaïque afin de prendre en compte les différentes pertes (câbles, onduleur,...). L'énergie produite est calculée par défaut avec un PR de 0,75.
- $L'efficacité$ du panneau est le rapport entre l'énergie produite et le rayonnement solaire reçu. Pour une puissance de 500Wc, le rendement est de 22.11%.¹
- S_{1kWc} correspond à la surface du panneau correspondant à 1 kWc
- D_{panel} correspond à la dégradation du panel en l'année i . Cette détérioration est de 1 % la première année puis de 0,4 % par an : $D_{panneau} = 0.99 \times (1 - 0.4\%)^{i-1}$
- b correspond au gain de bifacialité (5% pour un module bifacial et 0% pour un monofacial)

L'énergie totale produite est la somme de la durée de vie du panneau (30 ans). Il est donné ci-dessous pour le $Energie_{Année\ i\ soleil}$ allant de 1000 à 1700 kWh. $m^{-2}.an^{-1}$:

| Irradiance solaire | | Production totale d'électricité | | | |
|--------------------|-------------|---------------------------------|---------|---------|--------|
| 1 000 | kWh/m²/year | 22 019 | kWh/kWc | 79 267 | MJ/kWc |
| 1 100 | | 24 220 | | 87 193 | |
| 1 200 | | 26 422 | | 95 120 | |
| 1 300 | | 28 624 | | 103 047 | |
| 1 400 | | 30 826 | | 110 973 | |
| 1 500 | | 33 028 | | 118 900 | |
| 1 600 | | 35 230 | | 126 827 | |
| 1 700 | | 37 431 | | 134 753 | |



FIN DE VIE

| | |
|---|-----------|
| Sur la masse du produit nu | 28,334 kg |
| Sur la masse du produit nu par rapport à l'UF | 56,67 kg |
| Part du produit recyclée | 88.4% |
| Part du produit récupérée pour l'énergie | 0% |
| Part du produit incinéré ou mis en décharge | 11.6% |

Le traitement du panneau a été modélisé sur la base du process de traitement de SOREN, organisme en charge du traitement en fin de vie des panneaux en France. Le transport du produit jusqu'au centre de collecte et de traitement de déchets a été pris en compte en considérant une distance de 1000km. La consommation d'électricité liée au recyclage du panneau en fin de vie a été modélisée avec le modèle énergétique « Electricity, medium voltage {FR}| market for | Cut-off, U »

¹ Rendement selon les conditions STC : 1000 W/m2



LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PRODUIT DE RÉFÉRENCE RAMENÉS À L'UNITÉ FONCTIONNELLE

Les résultats d'impact présentés ci-dessous ont été obtenus avec les méthodes définies par le PCR-ed4-FR-2021 09 06. Les impacts déclarés sont ceux du produit de référence du cycle de vie réduit à l'unité fonctionnelle (1 kWc). Ils sont basés sur un calcul conservateur incluant deux modules de tailles et de nombre de cellules différents (famille de produit homogène). Ils peuvent être extrapolés sur la base des règles d'extrapolation définies ci-après (voir chapitre « RÈGLES D'EXTRAPOLATION »).

| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1-B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
|--------------------------------------|----------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---|
| Core environmental impact indicators | GWP-total | kg CO2 eq. | 4.75E+02 | 4.16E+02 | 2.30E+01 | 5.43E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.30E+00 | 2.27E+01 | 0.00E+00 | -1.34E+02 | Global Warming Potential - total |
| | GWP-fossil | kg CO2 eq. | 4.73E+02 | 4.14E+02 | 2.30E+01 | 5.27E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.30E+00 | 2.26E+01 | 0.00E+00 | -1.34E+02 | Global Warming Potential - fossil |
| | GWP-biogenic | kg CO2 eq. | 1.34E+00 | 1.14E+00 | 3.88E-03 | 1.60E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.53E-03 | 3.37E-02 | 0.00E+00 | -4.59E-01 | Global Warming Potential - biogenic |
| | GWP-LULUC | kg CO2 eq. | 2.29E-01 | 2.07E-01 | 9.88E-03 | 1.18E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.82E-03 | 8.02E-03 | 0.00E+00 | -2.76E-01 | Global Warming Potential - land use and land use change |
| | ODP | kg CFC11 eq. | 5.47E-06 | 4.66E-06 | 3.80E-07 | 8.32E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.67E-07 | 1.75E-07 | 0.00E+00 | -8.62E-07 | Depletion potential of the stratospheric ozone layer |
| | AP | mol H ⁺ eq. | 3.29E+00 | 2.85E+00 | 3.29E-01 | 8.44E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.73E-02 | 7.16E-02 | 0.00E+00 | -1.05E+00 | Acidification potential, Accumulated Exceedance |
| | EP-freshwater | kg P eq. | 1.33E-01 | 1.26E-01 | 1.31E-03 | 1.37E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.70E-04 | 3.85E-03 | 0.00E+00 | -3.48E-02 | Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment |
| | EP-marine | kg N eq. | 6.10E-01 | 4.92E-01 | 9.06E-02 | 2.56E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.46E-02 | 1.07E-02 | 0.00E+00 | -1.65E-01 | Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment |
| | EP-terrestrial | mol N eq. | 6.68E+00 | 5.39E+00 | 1.00E+00 | 2.19E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.60E-01 | 1.07E-01 | 0.00E+00 | -1.84E+00 | Eutrophication potential, Accumulated Exceedance |
| | POCP | kg NMVOC eq. | 2.72E+00 | 2.33E+00 | 2.93E-01 | 8.25E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.73E-02 | 3.28E-02 | 0.00E+00 | -5.32E-01 | Formation potential of tropospheric ozone |
| | ADP-M&M | kg Sb eq. | 1.64E-02 | 1.54E-02 | 5.36E-05 | 1.40E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.65E-05 | 9.04E-04 | 0.00E+00 | -2.27E-03 | Abiotic depletion potential for non-fossil resources (minerals and metals) |
| | ADP-fossil | MJ | 3.01E+03 | 2.63E+03 | 2.28E+01 | 5.70E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 9.85E+00 | 3.37E+02 | 0.00E+00 | -7.02E+02 | Abiotic depletion potential for fossil resources |
| | WDP | m³ | 1.18E+02 | 1.09E+02 | 1.18E+00 | 3.85E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.26E-01 | 6.12E+00 | 0.00E+00 | -2.16E+01 | Water deprivation potential, deprivation weighted water consumption |
| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
| Additional environmental | PM | disease incidence | 3.82E-05 | 3.52E-05 | 1.62E-06 | 1.13E-07 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.05E-07 | 4.64E-07 | 0.00E+00 | -1.21E-05 | Particulate matter emissions |
| | IRP | kBq U-235 eq | 2.88E+01 | 1.25E+01 | 2.79E-01 | 6.82E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.57E-01 | 1.58E+01 | 0.00E+00 | -2.34E+00 | Ionising radiation, human health |
| | ETP-fw | CTUe | 3.35E+03 | 3.03E+03 | 5.13E+01 | 6.95E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.33E+01 | 1.78E+02 | 0.00E+00 | -5.60E+02 | Ecotoxicity (freshwater) |
| | HTP-c | CTUh | 2.41E-06 | 2.17E-06 | 1.21E-07 | 9.69E-09 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.54E-08 | 5.55E-08 | 0.00E+00 | -2.03E-07 | Human toxicity, cancer effects |
| | HTP-nc | CTUh | 2.04E-05 | 2.01E-05 | 8.26E-08 | 4.45E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.64E-08 | 1.65E-07 | 0.00E+00 | -7.22E-07 | Human toxicity, non-cancer effects |
| | SQP | Dimensionless | 2.05E+03 | 1.74E+03 | 1.57E+02 | 7.92E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.87E+01 | 5.61E+01 | 0.00E+00 | -2.25E+02 | Land use related impacts / soil quality |

| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1-B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
|---------------------------|-----------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---|
| Resource use | RPEE | MJ | 9.67E+02 | 9.22E+02 | 3.98E+00 | 1.01E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.05E+00 | 3.80E+01 | 0.00E+00 | -1.16E+02 | Renewable primary energy resources used as energy carrier |
| | RPEM | MJ | 3.15E+01 | 3.15E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Renewable primary energy resources used as raw materials |
| | TPE | MJ | 9.98E+02 | 9.53E+02 | 3.98E+00 | 1.01E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.05E+00 | 3.80E+01 | 0.00E+00 | -1.16E+02 | Total use of renewable primary energy resources |
| | NRPE | MJ | 3.01E+03 | 2.63E+03 | 2.28E+01 | 5.71E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 9.85E+00 | 3.37E+02 | 0.00E+00 | -7.02E+02 | Non renewable primary energy resources used as energy carrier |
| | NRPM | MJ | 1.65E+02 | 1.65E+02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Non renewable primary energy resources used as materials |
| | TRPE | MJ | 3.17E+03 | 2.80E+03 | 2.28E+01 | 5.71E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 9.85E+00 | 3.37E+02 | 0.00E+00 | -7.02E+02 | Total use of non renewable primary energy resources |
| | SM | kg | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Use of secondary materials |
| | RSF | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Use of renewable secondary fuels |
| | NRSF | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Use of non renewable secondary fuels |
| | W | m3 | -1.97E+01 | -1.78E+01 | -1.69E-01 | -5.86E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -7.71E-02 | -1.54E+00 | 0.00E+00 | 6.70E+00 | Use of net fresh water |
| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1-B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
| End of life - Waste | HW | kg | 1.74E+00 | 4.98E-01 | 8.19E-03 | 3.61E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.73E-03 | 8.65E-01 | 0.00E+00 | -4.90E-02 | Hazardous waste disposed |
| | NHW | kg | 5.55E+02 | 5.08E+02 | 1.55E+01 | 2.11E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.57E+00 | 2.06E+01 | 0.00E+00 | -1.03E+02 | Non hazardous waste disposed |
| | RW | kg | 8.07E-03 | 3.42E-03 | 6.88E-05 | 1.76E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.90E-05 | 4.52E-03 | 0.00E+00 | -5.75E-04 | Radioactive waste disposed |
| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1-B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
| End of life - output flow | CR | kg | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Components for reuse |
| | MR | kg | 5.00E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.00E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Materials for recycling |
| | MER | kg | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Materials for energy recovery |
| | EEE | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Exported electricity energy |
| | ETE | MJ | 4.01E+03 | 3.59E+03 | 2.68E+01 | 6.71E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.19E+01 | 3.75E+02 | 0.00E+00 | -8.19E+02 | Exported thermal energy |
| | Exported energy - gas and process | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Exported energy - gas and process |

| Biogenic carbon | Biogenic carbon content | Unit | Value |
|-----------------|---|------|----------|
| | Biogenic carbon content in product | kg C | 0.00E+00 |
| | Biogenic carbon content in the accompanying packaging | kg C | 8.39E-01 |

| Indicator | Unit (per DU) | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1-B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| EP-freshwater | kg PO4 eq. | 6.42E+00 | 5.39E+00 | 1.00E+00 | 2.19E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.60E-01 | 1.07E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment |
| GWP-IOBC | kg CO2 eq. | 4.73E+02 | 4.14E+02 | 2.30E+01 | 5.27E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.30E+00 | 2.26E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Global warming potential calculated according to the principle of instantaneous oxidation |
| GWP-BC | kg CO2 eq. | 1.34E+00 | 1.14E+00 | 3.88E-03 | 1.60E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.53E-03 | 3.37E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Global warming potential from net uptake and emissions of biogenic carbon from the materials in each module |
| GWP | kg CO2 eq. | 4.75E+02 | 4.16E+02 | 2.30E+01 | 5.43E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.30E+00 | 2.27E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Global warming potential |



RÈGLES D'EXTRAPOLATION – Famille de produits homogène

La sélection du produit de référence est basée sur une approche conservatrice visant à maximiser les impacts. Comme le module A1 contribue le plus aux résultats (>80%), les valeurs maximales d'entrées du LCI² ont été prises en compte.

Les règles d'extrapolation sont :

| Module PEP | Paramètres | Facteurs d'extrapolation |
|------------|---|----------------------------|
| A1 | Surface photovoltaïque active et poids du cadre | Valeurs d'inventaire |
| A2 | Distance de transport | Distance identique |
| A3 | Consommation d'énergie spécifique | La surface du module en m2 |

Suivant une approche conservatrice, le facteur d'extrapolation présentant le plus grand écart par rapport à 1 parmi les indicateurs d'impacts a été sélectionné.

Ce qui est **1,019**.

Les impacts de référence *DMXXXM10RT-B54HSW/HBW/HST/HBT (-V)* peuvent être calculés en multipliant les impacts du produit de référence par 1,019.

Le facteur d'extrapolation pour A3 est l'inverse de la taille du module en m2, car la consommation spécifique d'électricité pour la partie assemblage est négativement corrélée à la surface du module.

Pour le module A3, le facteur d'extrapolation est donc de : **0.9036**

² Inventaire du cycle de vie



REGLES D'EXTRAPOLATION - UF

Règle n° 1 : Variation de la puissance nominale

Les impacts environnementaux sont donnés pour un panneau avec une puissance crête de P_{pep} (voir Caractéristiques Techniques - p.2)

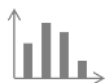
Pour un panneau de puissance différente (P_{projet}), les impacts environnementaux peuvent être recalculés en appliquant aux valeurs le ratio : **Projet P_{pep} / P** .

Attention : Cette règle s'applique à tous les indicateurs, à l'exception de « Énergie fournie à l'extérieur ». Pour cet indicateur, la valeur reste identique quelle que soit la puissance du panneau sélectionné.

Règle n°2 : Changement de l'irradiation solaire

L'indicateur « Énergie fournie à l'extérieur » dépend de l'irradiation solaire du site où sont installés les panneaux. Il est donné par défaut dans les tables d'impact pour une irradiation solaire de 1300kWh/m²/an (I_{pep}).

Pour une irradiation différente (projet I), la valeur de l'indicateur « Énergie fournie extérieurement » peut être recalculée en appliquant le rapport **I_{projet} / I_{pep}** .



IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX RAMENÉS À L'UNITE DECLARÉE

Les résultats d'impact présentés ci-dessous ont été obtenus avec les méthodes définies par le PCR-ed4-FR-2021 09 06. Les impacts déclarés sont ceux du produit de référence du cycle de vie ramenés à l'unité déclarée (1 m2).

| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
|--------------------------------------|----------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---|
| Core environmental impact indicators | GWP-total | kg CO2 eq. | 1.07E+02 | 9.40E+01 | 5.21E+00 | 1.23E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.88E+00 | 5.13E+00 | 0.00E+00 | -3.04E+01 | Global Warming Potential - total |
| | GWP-fossil | kg CO2 eq. | 1.07E+02 | 9.36E+01 | 5.20E+00 | 1.19E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.88E+00 | 5.12E+00 | 0.00E+00 | -3.02E+01 | Global Warming Potential - fossil |
| | GWP-biogenic | kg CO2 eq. | 3.02E-01 | 2.57E-01 | 8.77E-04 | 3.62E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.47E-04 | 7.63E-03 | 0.00E+00 | -1.04E-01 | Global Warming Potential - biogenic |
| | GWP-LULUC | kg CO2 eq. | 5.18E-02 | 4.68E-02 | 2.23E-03 | 2.66E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 6.38E-04 | 1.81E-03 | 0.00E+00 | -6.24E-02 | Global Warming Potential - land use and land use change |
| | ODP | kg CFC11 eq. | 1.24E-06 | 1.05E-06 | 8.60E-08 | 1.88E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.77E-08 | 3.96E-08 | 0.00E+00 | -1.95E-07 | Depletion potential of the stratospheric ozone layer |
| | AP | mol H ⁺ eq. | 7.45E-01 | 6.44E-01 | 7.44E-02 | 1.91E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.43E-03 | 1.62E-02 | 0.00E+00 | -2.38E-01 | Acidification potential, Accumulated Exceedance |
| | EP-freshwater | kg P eq. | 3.01E-02 | 2.85E-02 | 2.96E-04 | 3.09E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.29E-04 | 8.70E-04 | 0.00E+00 | -7.87E-03 | Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment |
| | EP-marine | kg N eq. | 1.38E-01 | 1.11E-01 | 2.05E-02 | 5.79E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.31E-03 | 2.42E-03 | 0.00E+00 | -3.73E-02 | Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment |
| | EP-terrestrial | mol N eq. | 1.51E+00 | 1.22E+00 | 2.26E-01 | 4.95E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.61E-02 | 2.43E-02 | 0.00E+00 | -4.16E-01 | Eutrophication potential, Accumulated Exceedance |
| | POCP | kg NMVOC eq. | 6.16E-01 | 5.27E-01 | 6.63E-02 | 1.87E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.29E-02 | 7.42E-03 | 0.00E+00 | -1.20E-01 | Formation potential of tropospheric ozone |
| | ADP-M&M | kg Sb eq. | 3.71E-03 | 3.49E-03 | 1.21E-05 | 3.17E-06 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.98E-06 | 2.04E-04 | 0.00E+00 | -5.13E-04 | Abiotic depletion potential for non-fossil resources (minerals and metals) |
| | ADP-fossil | MJ | 6.80E+02 | 5.95E+02 | 5.15E+00 | 1.29E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.23E+00 | 7.62E+01 | 0.00E+00 | -1.59E+02 | Abiotic depletion potential for fossil resources |
| | WDP | m ³ | 2.66E+01 | 2.47E+01 | 2.66E-01 | 8.70E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.19E-01 | 1.38E+00 | 0.00E+00 | -4.87E+00 | Water deprivation potential, deprivation weighted water consumption |
| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
| Additional environmental | PM | disease incidence | 8.65E-06 | 7.97E-06 | 3.65E-07 | 2.55E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.82E-07 | 1.05E-07 | 0.00E+00 | -2.73E-06 | Particulate matter emissions |
| | IRP | kBq U-235 eq | 6.50E+00 | 2.82E+00 | 6.30E-02 | 1.54E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.55E-02 | 3.57E+00 | 0.00E+00 | -5.29E-01 | Ionising radiation, human health |
| | ETP-fw | CTUe | 7.57E+02 | 6.84E+02 | 1.16E+01 | 1.57E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.27E+00 | 4.02E+01 | 0.00E+00 | -1.27E+02 | Ecotoxicity (freshwater) |
| | HTP-c | CTUh | 5.46E-07 | 4.91E-07 | 2.74E-08 | 2.19E-09 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.25E-08 | 1.26E-08 | 0.00E+00 | -4.58E-08 | Human toxicity, cancer effects |
| | HTP-nc | CTUh | 4.62E-06 | 4.55E-06 | 1.87E-08 | 1.01E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.23E-09 | 3.74E-08 | 0.00E+00 | -1.63E-07 | Human toxicity, non-cancer effects |
| | SQP | Dimensionless | 4.64E+02 | 3.94E+02 | 3.56E+01 | 1.79E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.01E+01 | 1.27E+01 | 0.00E+00 | -5.08E+01 | Land use related impacts / soil quality |

| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
|---------------------------|-----------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---|
| Resource use | RPEE | MJ | 2.19E+02 | 2.08E+02 | 8.99E-01 | 2.27E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 4.63E-01 | 8.60E+00 | 0.00E+00 | -2.63E+01 | Renewable primary energy resources used as energy carrier |
| | RPEM | MJ | 7.13E+00 | 7.13E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Renewable primary energy resources used as raw materials |
| | TPE | MJ | 2.26E+02 | 2.16E+02 | 8.99E-01 | 2.27E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 4.63E-01 | 8.60E+00 | 0.00E+00 | -2.63E+01 | Total use of renewable primary energy resources |
| | NRPE | MJ | 6.80E+02 | 5.95E+02 | 5.15E+00 | 1.29E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.23E+00 | 7.62E+01 | 0.00E+00 | -1.59E+02 | Non renewable primary energy resources used as energy carrier |
| | NRPM | MJ | 3.73E+01 | 3.73E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Non renewable primary energy resources used as materials |
| | TRPE | MJ | 7.18E+02 | 6.33E+02 | 5.15E+00 | 1.29E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.23E+00 | 7.62E+01 | 0.00E+00 | -1.59E+02 | Total use of non renewable primary energy resources |
| | SM | kg | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Use of secondary materials |
| | RSF | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Use of renewable secondary fuels |
| | NRSF | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Use of non renewable secondary fuels |
| | W | m3 | -4.44E+00 | -4.03E+00 | -3.82E-02 | -1.32E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -1.74E-02 | -3.48E-01 | 0.00E+00 | 1.51E+00 | Use of net fresh water |
| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
| End of life - | HW | kg | 3.92E-01 | 1.13E-01 | 1.85E-03 | 8.16E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.44E-04 | 1.96E-01 | 0.00E+00 | -1.11E-02 | Hazardous waste disposed |
| | NHW | kg | 1.25E+02 | 1.15E+02 | 3.50E+00 | 4.76E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.94E+00 | 4.67E+00 | 0.00E+00 | -2.32E+01 | Non hazardous waste disposed |
| | RW | kg | 1.82E-03 | 7.73E-04 | 1.55E-05 | 3.99E-06 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 8.82E-06 | 1.02E-03 | 0.00E+00 | -1.30E-04 | Radioactive waste disposed |
| | Indicator | Unit | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
| End of life - output flow | CR | kg | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Components for reuse |
| | MR | kg | 1.13E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.13E+01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Materials for recycling |
| | MER | kg | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Materials for energy recovery |
| | EEE | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Exported electricity energy |
| | ETE | MJ | 9.06E+02 | 8.11E+02 | 6.05E+00 | 1.52E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.69E+00 | 8.48E+01 | 0.00E+00 | -1.85E+02 | Exported thermal energy |
| | Exported energy - gas and process | MJ | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Exported energy - gas and process |

| Biogenic carbon | Biogenic carbon content | Unit | Value |
|-----------------|---|------|----------|
| | Biogenic carbon content in product | kg C | 0.00E+00 |
| | Biogenic carbon content in the accompanying packaging | kg C | 1.90E-01 |

| Indicator | Unit (per DU) | PEP | A1-A3 | A4 | A5 | B1-B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | Impact category |
|----------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---|
| EP-freshwater* | kg PO4 eq. | 6.16E-01 | 5.27E-01 | 6.63E-02 | 1.87E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.29E-02 | 7.42E-03 | 0.00E+00 | -1.20E-01 | Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment |
| GWP-IOBC | kg CO2 eq. | 9.36E+01 | 9.36E+01 | 1.05E-06 | 8.60E-08 | 1.88E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -1.95E-07 | Global warming potential calculated according to the principle of instantaneous oxidation |
| GWP-BC | kg CO2 eq. | 6.95E-01 | 6.95E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | Global warming potential from net uptake and emissions of biogenic carbon from the materials in each module |
| GWP | kg CO2 eq. | 9.40E+01 | 9.40E+01 | 1.05E-06 | 8.60E-08 | 1.88E-08 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -1.95E-07 | Global warming potential |



RÈGLES D'EXTRAPOLATION - m²

Règle n° 1 : Variation de la puissance nominale

Le changement de puissance nominale n'entraîne pas de changement des impacts environnementaux réduits à 1m² de produit, à l'exception de l'indicateur « Énergie fournie en externe ».

L'indicateur « Énergie fournie vers l'extérieur », réduit à 1m² de produit, dépend de la puissance des panneaux. Il est donné par défaut dans les tableaux d'impact pour la puissance P_{pep} (voir Caractéristiques techniques - p.2).

Pour une puissance de panneau différente (Projet P), la valeur de l'indicateur « Énergie Externe Fournie » peut être recalculée en appliquant le rapport $P_{\text{project}} / P_{\text{pep}}$.

Règle n°2 : Changement de l'irradiation solaire

L'indicateur « Énergie fournie à l'extérieur » dépend de l'irradiation solaire du site où les panneaux sont installés. Il est donné par défaut dans les tables d'impact pour une irradiation solaire de 1300kWh/m²/an (I_{pep}).

Pour une irradiation différente (projet I), la valeur de l'indicateur « Énergie fournie extérieurement » peut être recalculée en appliquant le rapport $I_{\text{projet}} / I_{\text{pep}}$.

EMPREINTE CARBONE

L'empreinte carbone des produits étudiés est de :

- 107.4 kgCO₂ eq. /m²
- 475 kgCO₂ eq. /KWc

L'empreinte carbone est calculée en périmètre « Cradle to grave » incluant les modules A1-C4. Le module D est exclu.



T de la déclaration :

| | | |
|---|-------------------------|------------------------|
| Hengdian Group DMEGC Magnetics Co., Ltd. Zone industrielle de Hengdian 322118 Dongyang Zhejiang Province | Tel | +33 (0) 6 69 52 79 81 |
| | Messagerie électronique | mehdi.boudal@dmegc.fr |
| Chine | Web | http://www.dmegc.solar |



Réalisateur de la déclaration et de l'analyse du cycle de vie :

| | | |
|---|-------------------------|--|
| Kapstan 1790 chemin de saint Andre 69760 Limonest | Tel | +33 (0)7 54 54 52 60 |
| | Messagerie électronique | Yazid.Charkani@Kapstan.fr Ronan.Cousquer@Kapstan.fr |
| | Web | https://www.kapstan.fr |



Editeur de l'outil EV-DEC utilisé pour réaliser la PEP :

| | | |
|---|-------------------------|---|
| EVEA 11 rue Voltaire 44000 NANTES | Tél | +33 (0)2 28 07 87 00 |
| | Messagerie électronique | contact@evea-conseil.com |
| | Web | http://www.evea-conseil.com/ |