

## Installation de Maturation et d'Élaboration (IME) – de l'entreprise MOULIN TP et mise en œuvre

---

1 Procédés amont .....	1
2 Unité fonctionnelle 1 .....	1
3 Indicateurs et flux pour l'unité fonctionnelle 1 .....	1
4 Hypothèses de mise en œuvre du MIOM sur un chantier .....	4
5 L'unité fonctionnelle 2 .....	5
6 Indicateurs et inventaires pour l'unité fonctionnelle 2 .....	5
7 Auteurs et relecteurs .....	7

### 1 Procédés amont

Les procédés amont regroupent l'ensemble des émissions intervenant dans le processus de fabrication (hors processus d'incinération des ordures ménagères).

Les données utilisées pour les calculs correspondent aux tonnages de MIOM sans ferreux et non ferreux du bilan matière humide.

**2 Unité fonctionnelle 1 (UF1)** correspond à l'élaboration d'une tonne de MIOM sur l'IME. L'énergie est évaluée sur la base de 40 t/h en moyenne de MIOM élaborés (données fournies par l'IME). Le MIOM brut est transporté depuis le stock de MIOM brut par un chargeur à pneus pour l'alimentation du crible. Sa consommation de fioul est estimée à environ 25 l/h. La consommation d'énergie électrique de l'installation a été évaluée par deux méthodes soit en considérant la puissance installée en kWh de chaque installation ou la puissance annuelle fournie par EDF. La solution la plus défavorable est retenue et l'énergie électrique consommée est évaluée à partir de la puissance installée de l'IME.

L'installation de Moulin TP est constituée :

- d'une installation principale fonctionnant en continu (puissance de 70 kWh fonctionnant à 100%), qui est composée d'un trommel (crible), d'un overband ferrailleux et d'une machine à courant de Foucauld (pour les non ferreux)
- ainsi qu'une installation secondaire qui fonctionne de façon temporaire (puissance 120 kWh fonctionnant à 15%). Elle est constituée d'un broyeur et d'un overband.

Après traitement du MIOM il est transporté vers une zone de dépôt par le chargeur à pneus. Enfin, il sera chargé par le même engin dans un camion pour être mise en œuvre sur un chantier donné à une distance connue de l'IME.

### 3 Indicateurs et flux pour l'unité fonctionnelle 1

Calcul effectué avec les données ECORCE

Elaboration		
Gaz à effet de serre	GWP (kg eq.CO2/t)	4,28
Ozone troposphérique	POCP (kg eq. Ethylène/t)	4,33E-03
Toxicité	TP (kg 1.4 DCB/t)	0,53
Ecotoxicité	EP (kg 1.4 DCB/t)	104,59



Acidification	AC (kg eq. SO <sub>2</sub> /t)	3,08E-03
Eutrophisation	EI (kg eq. PO <sub>4</sub> /t)	8,12E-04
Consommation d'énergie	EE (MJ/t)	75,93

procédé	élaboration MIOM MOULIN TP
air acide cyanhydrique (kg)	2,77E-09
air Al (kg)	4,55E-09
air As (kg)	3,94E-08
air Cd (kg)	5,03E-08
air CH4 (kg)	5,60E-03
air CO (kg)	1,23E-02
air Co (kg)	5,23E-08
air CO2 (kg)	3,97E+00
air COGNM (kg)	9,05E-03
air composés organiques volatiles (kg)	2,11E-06
air Cl2 (kg)	6,16E-11
air Cr (kg)	4,87E-08
air Cu (kg)	8,91E-08
air Fe (kg)	2,23E-07
air fluorine (kg)	2,45E-07
air H2S (kg)	3,40E-07
air halogénés (kg)	2,43E-07
air HAP (kg)	2,16E-08
air Hg (kg)	5,40E-09
air hydrocarbures non spécifiés (kg)	3,97E-06
air Mg (kg)	1,83E-08
air Mn (kg)	3,25E-08
air Mo (kg)	2,15E-08
air N2O (kg)	5,02E-04
air NH3 (kg)	5,04E-07
air Ni (kg)	1,00E-06
air NOx (kg)	1,27E-02
air Pb (kg)	1,69E-07
air PM10 (kg)	2,74E-03
air Sb (kg)	1,96E-09
air Se (kg)	3,95E-08
air Si (kg)	1,53E-05
air Sn (kg)	6,43E-10
air SOx (kg)	2,42E-03
air V (kg)	3,97E-06
air Zn (kg)	1,29E-07
aq Aluminium eau douce (kg)	1,33E-05
aq arsenic eau douce (kg)	6,52E-08
aq Cadmium eau douce (kg)	8,41E-08
aq Chlore eau douce (kg)	1,09E-03
aq Chrome III eau douce (kg)	3,24E-07
aq Cuivre eau douce (kg)	1,76E-07
aq cyanide eau douce (kg)	3,20E-07
aq DCO (kg)	1,72E-04
aq Fluorure eau douce (kg)	1,63E-06
aq Fer eau douce (kg)	2,99E-05
aq halogénés (kg)	1,20E-05
aq HAP eau douce (kg)	1,53E-06

aq mercure eau douce (kg)	5,08E-10
aq huiles (kg)	1,83E-03
aq MES eau douce (kg)	1,32E-04
aq azote (kg)	2,89E-04
aq Nickel eau douce (kg)	3,09E-07
aq Phosphore (kg)	4,96E-07
aq Plomb eau douce (kg)	7,84E-07
aq Sulfure eau douce (kg)	2,14E-11
aq Etain eau douce (kg)	2,69E-10
aq Zinc eau douce (kg)	5,59E-07
r eau (m3)	9,35E-03
r energie procede consommee (MJ)	7,59E+01
sol Aluminium (kg)	4,58E-07
sol Arsenic_autre (kg)	1,86E-10
sol Cadmium_autre (kg)	8,31E-14
sol Chrome_autre (kg)	2,30E-09
sol Cuivre_autre (kg)	4,27E-13
sol Fer (kg)	9,14E-07
sol Manganèse (kg)	1,83E-09
sol Mercure_autre (kg)	1,53E-14
sol Nickel_autre (kg)	6,34E-13
sol Plomb_autre (kg)	1,97E-12
sol Zinc_autre (kg)	6,88E-09

Les valeurs obtenues d'ICV sont limitées à l'émission des engins présents sur l'IME et à sa consommation électrique.

#### 4 Hypothèses de mise en œuvre du MIOM sur un chantier

Les hypothèses de mise en œuvre suivantes sont représentatives d'un chantier réel situé à 15 km de l'installation de maturation et d'élaboration des MIOM. Le chantier concerne la construction d'un 1 Km de route de 7 m de large et 40 cm d'épaisseur.

##### Chantier de type couche de forme

Le MIOM « V » de classe F6.1 (selon le GTR) doit posséder les caractéristiques géotechniques d'une grave naturelle pour être utilisée comme :

- Du B3 : sols sableux et graveleux ayant notamment un VBS (Valeur de bleu du sol) compris entre 0.1 et 0.2 ;
- Du D2 : graves alluvionnaires propres ayant notamment un VBS inférieur à 0.1.

Le compacteur utilisé est de type P3 non vibrant car le MIOM est un matériau friable. Avec ces paramètres, le GTR détermine les conditions pratiques de compactage pour la réalisation de la couche de forme qui sont les suivantes :

- Le compacteur doit avoir une vitesse égale à 5 m/s,
- L'épaisseur d'une couche par passe est égale 0,40 m,
- Le nombre de passes avec le compacteur est de 9.

L'énergie consommée est calculée pour un rendement du chantier moyen évalué à 600 m<sup>3</sup>/j (donnée fournie par l'IME). La masse volumique des MIOM en place est prise à 1.6 t/m<sup>3</sup> Enfin, la mise en œuvre se décompose en trois étapes :

- Étaler le matériau avec un bulldozer ;
- Nivelier les MIOM ;

- Compacter les MIOM.

**5 L'unité fonctionnelle 2 (UF2)** correspond à l'élaboration, le transport et la mise en œuvre de 1 km de couche de forme, pour un chantier à 15 km de l'installation de maturation et d'élaboration des MIOM. Elle se compose de :

- 4480 tonnes de MIOM élaboré sur l'IME ;
- Le transport de 4480 tonnes de MIOM de l'IME au chantier donné ;
- la mise en œuvre de 4480 tonnes de MIOM sur le chantier, ce qui correspond à 1 km de couche de forme de 7 m de large et 40 cm d'épaisseur.

Les données utilisées pour les calculs correspondent aux tonnages de MIOM sans ferreux et non ferreux du bilan matière humide.

► Pour l'élaboration des 4480 tonnes de MIOM sur l'IME, se reporter à l'unité fonctionnelle 1.

► Pour le transport des 4480 tonnes de MIOM de l'IME au chantier considéré. La consommation d'énergie des camions est calculée pour le transport par camion des MIOM et par kilomètre. Le véhicule utilisé est à un camion 38 Tonnes avec 25 tonnes de charge utile.

► Pour la mise en œuvre du MIOM sur le chantier. Les engins de chantier utilisés sont définis :

- Un bulldozer de type D3 Caterpillar de puissance 120 chevaux et consommant 22 l/h ;
- Une niveleuse Caterpillar de puissance 140 kW et consommant 17-22 l/h ;
- Un compacteur monocylindre de type P3 de puissance 110 kW et consommant 19 l/h ;
- Un compacteur de type V4, de puissance 155 chevaux et consommant 23 l/h.

Les consommations d'énergie pour la réalisation d'une couche de forme ou d'un remblai sont différentes. Ainsi, les ouvrages considérés ici sont assimilés soit à des couches de formes soit à des remblais.

## 6 Indicateurs et inventaires pour l'unité fonctionnelle 2

Elaboration, transport et mise en œuvre		
Gaz à effet de serre	GWP (kg eq.CO2/t)	4,10E+04
Ozone troposphérique	POCP (kg eq. Ethylène/t)	4,49E+01
Toxicité	TP (kg 1.4 DCB/t)	5,08E+03
Ecotoxicité	EP (kg 1.4 DCB/t)	9,50E+05
Acidification	AC (kg eq. SO2/t)	3,61E+01
Eutrophisation	EI (kg eq. PO4/t)	9,91E+00
Consommation d'énergie	EE (MJ/t)	6,16E+05

Flux pour fabriquer une couche de forme de 1 km de 7 m de large et de 40 cm d'épaisseur avec des MIOM de l'usine MOULIN TP	EnginsC	MIOM	Transport_rout e	Total
air Al (kg)	1,78E-05	2,04E-05	6,51E-06	4,47E-05
air As (kg)	6,74E-05	1,77E-04	2,46E-05	2,69E-04
air CH4 (kg)	2,02E+0 1	2,51E+0 1	7,37E+00	5,26E+0 1
air CO (kg)	4,74E+0 1	5,52E+0 1	1,42E+01	1,17E+0 2
air CO2 (kg)	1,48E+0 4	1,78E+0 4	5,49E+03	3,81E+0 4
air COGNM (kg)	3,46E+0 1	4,05E+0 1	1,88E+01	9,40E+0 1
air Cd (kg)	1,68E-04	2,25E-04	6,15E-05	4,55E-04
air Cl2 (kg)	0,00E+0 0	2,76E-07	0,00E+00	2,76E-07
air Co (kg)	1,68E-04	2,34E-04	6,15E-05	4,64E-04
air Cr (kg)	8,47E-05	2,18E-04	3,10E-05	3,34E-04
air Cu (kg)	2,53E-04	3,99E-04	9,26E-05	7,45E-04
air Fe (kg)	8,73E-04	1,00E-03	3,19E-04	2,19E-03
air H2S (kg)	1,33E-03	1,52E-03	4,87E-04	3,34E-03
air HAP (kg)	3,50E-05	9,69E-05	1,28E-05	1,45E-04
air Hg (kg)	8,43E-06	2,42E-05	3,08E-06	3,57E-05
air Mg (kg)	7,15E-05	8,18E-05	2,61E-05	1,79E-04
air Mn (kg)	1,94E-05	1,46E-04	7,09E-06	1,72E-04
air Mo (kg)	8,43E-05	9,65E-05	3,08E-05	2,12E-04
air N2O (kg)	1,94E+0 0	2,25E+0 0	7,08E-01	4,89E+0 0
air NH3 (kg)	9,78E-05	2,26E-03	3,58E-05	2,39E-03
air NOx (kg)	4,77E+0 1	5,68E+0 1	6,51E+01	1,70E+0 2
air Ni (kg)	3,37E-03	4,49E-03	1,23E-03	9,09E-03
air PM10 (kg)	1,03E+0 1	1,23E+0 1	3,76E+00	2,63E+0 1
air Pb (kg)	3,02E-04	7,58E-04	1,10E-04	1,17E-03
air SOx (kg)	6,40E+0 0	1,09E+0 1	2,34E+00	1,96E+0 1
air Sb (kg)	1,58E-09	8,80E-06	5,79E-10	8,80E-06
air Se (kg)	6,85E-05	1,77E-04	2,51E-05	2,71E-04
air Si (kg)	3,87E-05	6,85E-02	1,41E-05	6,86E-02
air Sn (kg)	5,14E-10	2,88E-06	1,88E-10	2,88E-06
air V (kg)	1,35E-02	1,78E-02	4,92E-03	3,61E-02
air Zn (kg)	2,23E-04	5,76E-04	8,15E-05	8,81E-04
air acide cyanhydrique (kg)	1,12E-07	1,24E-05	4,08E-08	1,26E-05
air composés organiques volatiles (kg)	9,54E-04	9,47E-03	3,49E-04	1,08E-02
air fluorine (kg)	9,54E-04	1,10E-03	3,49E-04	2,40E-03
air halogénés (kg)	8,56E-07	1,09E-03	3,13E-07	1,09E-03
air hydrocarbures non spécifiés (kg)	2,78E-03	1,78E-02	1,02E-03	2,16E-02
aq Aluminium eau douce (kg)	1,81E-03	5,96E-02	6,64E-04	6,20E-02
aq Cadmium eau douce (kg)	3,16E-04	3,77E-04	1,16E-04	8,09E-04
aq Chlore eau douce (kg)	1,04E-05	4,87E+0 0	3,79E-06	4,87E+0 0

aq Chrome III eau douce (kg)	1,10E-03	1,45E-03	4,04E-04	2,96E-03
aq Cuivre eau douce (kg)	6,49E-04	7,88E-04	2,37E-04	1,67E-03
aq DCO (kg)	6,68E-01	7,70E-01	2,44E-01	1,68E+0 0
aq Etain eau douce (kg)	0,00E+0 0	1,21E-06	0,00E+00	1,21E-06
aq Fer eau douce (kg)	5,63E-02	1,34E-01	2,06E-02	2,11E-01
aq Fluorure eau douce (kg)	4,84E-03	7,28E-03	1,77E-03	1,39E-02
aq HAP eau douce (kg)	5,98E-03	6,88E-03	2,19E-03	1,50E-02
aq MES eau douce (kg)	1,09E-01	5,93E-01	3,97E-02	7,41E-01
aq Nickel eau douce (kg)	1,11E-03	1,38E-03	4,05E-04	2,90E-03
aq Phosphore (kg)	1,86E-03	2,22E-03	6,79E-04	4,76E-03
aq Plomb eau douce (kg)	1,96E-04	3,51E-03	7,18E-05	3,78E-03
aq Sulfure eau douce (kg)	8,39E-08	9,60E-08	3,07E-08	2,11E-07
aq Zinc eau douce (kg)	1,88E-03	2,50E-03	6,87E-04	5,07E-03
aq arsenic eau douce (kg)	1,87E-04	2,92E-04	6,82E-05	5,47E-04
aq azote (kg)	1,11E+0 0	1,30E+0 0	4,06E-01	2,81E+0 0
aq cyanide eau douce (kg)	9,47E-04	1,44E-03	3,46E-04	2,73E-03
aq halogénés (kg)	4,69E-02	5,38E-02	1,72E-02	1,18E-01
aq huiles (kg)	7,06E+0 0	8,18E+0 0	2,58E+00	1,78E+0 1
aq mercure eau douce (kg)	1,84E-06	2,28E-06	6,73E-07	4,79E-06
r eau (m3)	1,85E+0 1	4,19E+0 1	6,77E+00	6,72E+0 1
r energie procede consommee (MJ)	2,02E+0 5	3,40E+0 5	7,37E+04	6,16E+0 5
sol Aluminium (kg)	1,79E-03	2,05E-03	6,55E-04	4,50E-03
sol Arsenic_autre (kg)	7,27E-07	8,33E-07	2,66E-07	1,83E-06
sol Cadmium_autre (kg)	3,25E-10	3,72E-10	1,19E-10	8,17E-10
sol Chrome_autre (kg)	8,99E-06	1,03E-05	3,29E-06	2,26E-05
sol Cuivre_autre (kg)	1,67E-09	1,91E-09	6,10E-10	4,19E-09
sol Fer (kg)	3,58E-03	4,10E-03	1,31E-03	8,98E-03
sol Manganèse (kg)	7,15E-06	8,18E-06	2,61E-06	1,79E-05
sol Mercure_autre (kg)	5,99E-11	6,86E-11	2,19E-11	1,50E-10
sol Nickel_autre (kg)	2,48E-09	2,84E-09	9,08E-10	6,23E-09
sol Plomb_autre (kg)	7,70E-09	8,82E-09	2,82E-09	1,93E-08
sol Zinc_autre (kg)	2,69E-05	3,08E-05	9,84E-06	6,76E-05

Les valeurs obtenues d'ICV sont limitées à l'émission des engins présents sur l'IME et à leur consommation électrique. Par contre, d'autres indicateurs (toxicité par exemple) sont significatifs mais par manque de données difficilement modélisables (évaluation des flux de polluants dans les eaux de ruyage de l'installation).

## 7 Auteurs et relecteurs

Auteurs OFRIR2	Sylvie Nouvion-Dupray (CEREMA), Laurence Lumière (IFSTTAR)
Relecture d'experts et contributeurs OFRIR2	
Relecture bureau	Agnès Jullien (IFSTTAR)
Date de mise en ligne, version	



finale	
--------	--