

FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE

Techno Pieux™ – Modèle P4-16 galvanisé



*En conformité avec les normes
NF EN ISO 14025,
NF EN 15804+A1 et son complément
national NF EN 15804/CN*



Techno Pieux
1700 Rue Setlakwe
Thetford Mines QC G6G 8B2
Canada

Le 1 mai 2020

Avertissement

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité de Techno Pieux. Cette déclaration environnementale de produit est conforme aux normes NF EN ISO 14025 et NF EN 15804+A1 et à son complément national NF EN 15804/CN. Techno Pieux a mandaté Charles Thibodeau et Julien Walzberg de CT Consultant pour l'assister dans la réalisation de cette FDES.

Techno Pieux et CT Consultant n'acceptent aucune responsabilité vis à vis de tout tiers auquel les résultats de l'étude auront été communiqués ou dans les mains desquels ils seraient parvenus l'utilisation des résultats par leurs soins relevant de leur propre responsabilité.

Toute exploitation, totale ou partielle, des informations fournies dans ce document doit au minimum être accompagnée de la référence complète à la FDES d'origine ainsi qu'à son producteur qui pourra remettre un exemplaire complet.

Nous rappelons que les résultats de l'étude sont fondés seulement sur des faits, circonstances et hypothèses qui nous ont été soumis au cours de l'étude. Si ces faits, circonstances et hypothèses diffèrent, les résultats sont susceptibles de changer. De plus, il convient de considérer les résultats de l'étude dans leur ensemble, au regard des hypothèses, et non pas pris isolément.

La norme EN 15804+A1 du CEN sert de Règles de définition des catégories de produits (RCP).

Dans tout le texte, le terme « pieu » ou « pieu galvanisé » couvre « un pieu galvanisé fabriqué par Techno Pieux™, modèle P4-16. ».

Guide de lecture

L'affichage des données d'inventaire respecte les exigences de la norme NF EN 15804+A1.

Précision sur le format d'affichage des données

Certaines valeurs sont affichées au format scientifique selon l'exemple ci-dessous :

4,0E+01 = 4,0x10¹

Règles d'affichage

Dans le reste du document :

- lorsque le résultat de calcul d'un indicateur est nul, alors la valeur zéro est affichée ;
- toutes les valeurs non nulles sont exprimées avec 3 chiffres significatifs.

Abréviations utilisées

ACV : Analyse du Cycle de Vie

DEP : Déclaration Environnementale Produit

DVR : Durée de Vie de Référence

ELCD : European reference Life Cycle Database

FDES : Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

UF : Unité Fonctionnelle

Précaution d'utilisation de la FDES pour la comparaison des produits

Les FDES de produits de construction peuvent ne pas être comparables si elles ne sont pas conformes à la norme NF EN 15804+A1.

La norme NF EN 15804+A1 définit au § 5.3 *Comparabilité des FDES** pour les produits de construction, les conditions dans lesquelles les produits de construction peuvent être comparés, sur la base des informations fournies par la FDES :

« Une comparaison de la performance environnementale des produits de construction en utilisant les informations des DEP doit être basée sur l'usage des produits et leurs impacts sur le bâtiment, et doit prendre en compte la totalité du cycle de vie (tous les modules d'information) »

* La note 1 de l'avant-propos du complément national définit *« la traduction littérale en français de EPD (Environmental Product Declaration) est DEP (Déclaration Environnementale de Produit). Toutefois, en France, on utilise couramment le terme de FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) qui regroupe à la fois la Déclaration Environnementale et des informations Sanitaires pour le produit faisant l'objet de cette FDES. La FDES est donc bien une "DEP" complétée par des informations sanitaires. »*

• Information générale

• Producteur de la FDES

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité de Techno Pieux.

Techno Pieux <https://www.technopieux.com>

1700 Rue Setlakwe
Thetford Mines QC G6G 8B2
Canada

info@technopieux.com

• Représentativité de la FDES

Le fabricant de pieux est :

- Techno Pieux <https://www.technopieux.com>
1700 Rue Setlakwe, Thetford Mines QC G6G 8B2, Canada

Les régions et pays pour lesquels la FDES est représentative sont les suivants :

- L'Europe, les États-Unis d'Amérique et le Canada.

• Type de FDES

Cette FDES individuelle couvre le cycle de vie du produit « berceau à la tombe ».

• Validité de la FDES

La présente FDES est une déclaration individuelle. Elle n'est valable que pour les pieux galvanisés de Techno Pieux. Elle couvre l'ensemble des types de pieux galvanisés (p. ex. épaisseur de paroi, longueur des tubes et longueur de l'hélice) produit par Techno Pieux. Les pieux non galvanisés de Techno Pieux sont couverts par une FDES distincte.

La FDES a été réalisée dans le cadre du programme de déclaration environnementale et sanitaire pour les produits de construction, ou "Programme FDES - INIES", géré par INIES (www.inies.fr).

• Vérification de la FDES

La présente FDES a fait l'objet d'une vérification par Naeem ADIBI (WeLOOP), vérificateur habilité de Déclaration Environnementale et Sanitaire dans le secteur de la construction par INIES (en France). Le rapport de vérification et l'attestation sont disponibles sur simple demande auprès de Techno Pieux.

La norme CEN EN 15804 sert de RCP^a

Vérification indépendante externe de la déclaration et des données, conformément à l'EN ISO 14025:2010.

Vérification par tierce partie ^b:

Dr. Naeem ADIBI
WeLOOP
Base 11/19, pépinière d'éco-entreprises, rue Léon Blum
62750 Loos-en-Gohelle, France

T : +33 6 45403877
Email : n.adibi@weloop.org
Site web : www.weloop.org

^a Règles de définition des catégories de produits.

^b Facultatif pour la communication entre entreprises, obligatoire pour la communication entre une entreprise et ses clients (voir l'EN ISO 14025:2010, 9.4).

- **Date de publication et date de validité**

La présente FDES est publiée en mai 2020 et sera valide pendant 5 ans.

- **Produit concerné par la FDES**

La présente FDES concerne le pieu galvanisé de Techno Pieux™, modèle P4-16, fabriqué par l'entreprise Techno Pieux, produit au Canada et vendu aux consommateurs en Amérique du Nord ainsi qu'en Europe par le biais d'un réseau de concessionnaires.

• Description de l'unité fonctionnelle (ou unité déclarée) et du produit

1. Unité fonctionnelle (UF)

Utiliser un pieu P4-16 galvanisé (44,8 kg), pour atteindre une capacité portante (en compression, cisaillement, flexion) spécifique, pour une durée de vie de référence de 100 ans.

2. Description du produit

Les pieux galvanisés en acier avec gaine en polyéthylène haute densité (PEHD) Techno Pieux™ sont des pieux vissés permettant d'obtenir la capacité portante voulue pour un projet de construction donné. Ils permettent ainsi d'établir les fondations nécessaires à la construction de l'ouvrage. Un pieu galvanisé est constitué d'acier à 89 %, de zinc à 10 % et de PEHD à 1 % (base massique).

Un pieu est constitué d'un tube d'acier muni d'une ou plusieurs hélices d'acier en forme hélicoïdale (Adapté de Techno Pieux, 2018). Une plaque d'acier et autres accessoires sont également utilisés pour fixer le pieu à l'ouvrage. Une étape de galvanisation est ensuite réalisée. Lorsque la profondeur requise pour atteindre la capacité portante voulue est plus élevée que la longueur du pieu, une ou plusieurs rallonges peuvent être utilisées. Une rallonge se compose d'un tube sans hélice et d'une gaine en PEHD.

Techno Pieux fabriquent plusieurs modèles et dimensions de pieux et de rallonges galvanisés. La longueur d'un pieu est de 2 à 3 mètres et son diamètre varie entre 48,3 mm à 168,3 mm. Le flux de référence considéré pour cette FDES est un pieu galvanisé de 2 m de long et 101,6 mm de diamètre pesant 44,8 kg.

3. Description de l'usage du produit

Les pieux permettent d'établir les fondations nécessaires d'un projet de construction donné. L'ouvrage à soutenir est de type résidentiel (maison, chalet, etc.) ou touristique (drapeaux, enseignes, etc.). Il peut également être dans le secteur de l'énergie (installation de panneaux solaires), celui du génie civil (passerelle) ou industriel et commercial (équipements fixes, bureaux).

4. Performance principale de l'UF

Le pieu galvanisé P4-16 permet d'atteindre des valeurs de capacités portantes de 200 kN d'état limite en service (ELS) en compression, 100 kN ELS en tension et 12 kN de capacité latérale.

5. Autres caractéristiques techniques non incluses dans l'unité fonctionnelle

Une fonction secondaire du produit est de contribuer à l'esthétique de l'ouvrage à soutenir.

6. Description des principaux composants et/ou matériaux du produit

- Produit principal :
 - 44,2 kg d'acier galvanisé
 - 0,6 kg de PEHD
- Produits complémentaires de mise en œuvre (à l'échelle du flux de référence) :
 - Fil à souder : 0,02 kg
- Emballage de distribution (à l'échelle du flux de référence) :
 - Caisses de bois : 2,0E-03 kg
 - Barils en acier : 5,1E-02 kg
 - Racks en acier : 6,0E-01 kg

7. Règlement REACH

Le produit ne contient pas de substances de la liste candidate selon le règlement REACH avec une concentration supérieure à 0,1% en masse.

8. Description de la durée de vie de référence

La durée de vie de référence (DVR) est de 100 ans. La DVR des pieux est basée sur le critère d'évaluation ICC-ES AC-308 (International Council Code) et en considérant une épaisseur de corrosion de 1,5 mm.

Paramètre	Valeur
Durée de vie de référence	100 ans
Propriétés déclarées du produit (à la sortie de l'usine) et finitions, etc.	Les pieux galvanisés P4-16 permettent d'atteindre des valeurs de capacités portantes de 200 kN d'état limite en service (ELS) en compression, 100 kN ELS en tension et 12 kN de capacité latérale.
Paramètres théoriques d'application (s'ils sont imposés par le fabricant), y compris les références aux pratiques appropriées	Non concerné
Qualité présumée des travaux, lorsque l'installation est conforme aux instructions du fabricant	Aucune perte en produit lorsque l'installation est conforme aux instructions du fabricant
Environnement extérieur (pour les applications en extérieur), par exemple intempéries, polluants, exposition aux UV et au vent, orientation du bâtiment, ombrage, température	Non concerné
Environnement intérieur (pour les applications en intérieur), par exemple température, humidité, exposition à des produits chimiques	Non concerné
Conditions d'utilisation, par exemple fréquence d'utilisation, exposition mécanique	Non concerné
Maintenance, par exemple fréquence exigée, type et qualité et remplacement des composants remplaçables	Non concerné

• Etapes du cycle de vie

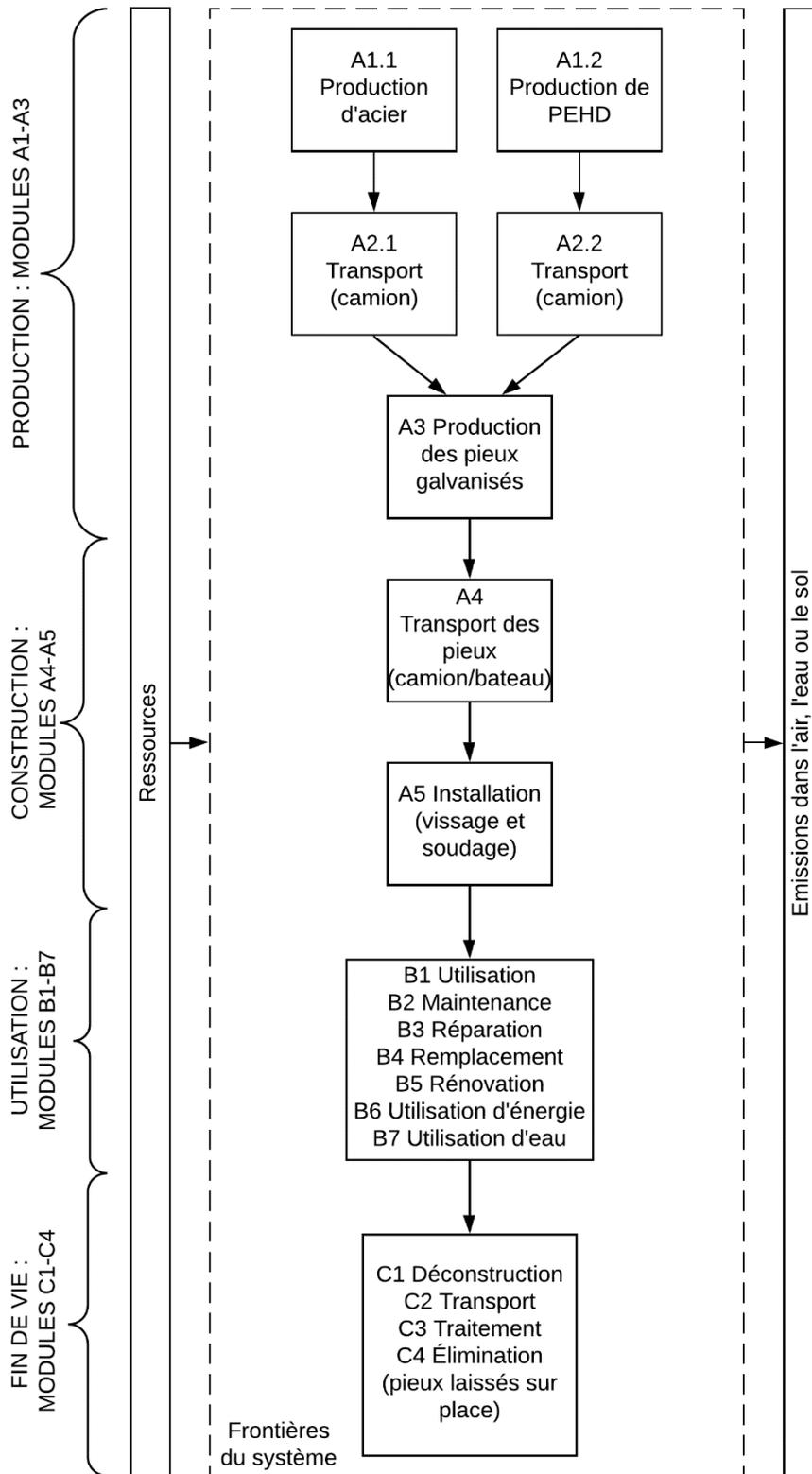


Figure 1 – cycle de vie du Techno Pieux P4-16 galvanisé

- **Etape de production, A1-A3**

- Le module de production A1 concerne l'approvisionnement en matières premières. Pour le pieu galvanisé P4-16 cela comprend la production d'acier (pour les tubes et les hélices du pieu) et la production de polyéthylène haute densité (PEHD) (pour la gaine du pieu).

L'acier utilisé respecte les normes ASTM A500 grade C, CAN/CSA-G40.21-98 et CSA W47. Il est produit à partir d'un mix d'acier primaire (52%) et d'acier secondaire (48%). L'acier primaire provient de moulins utilisant des convertisseurs à oxygène (CO) (Blast Oxygen Furnace ou procédé Linz-Donawitz) et il est produit à partir de minerai de fer et de coke. L'extraction des matières premières (minerai de fer, coke...), leurs transports et la production d'acier à proprement parlé sur le site sidérurgique sont considérés. L'acier secondaire provient de moulins utilisant des fours à arc électrique (FAE) et est produit majoritairement à partir de ferraille à recycler. La proportion moyenne de contenue en recyclé pré et post-consommateur est de 29 % et 89 % pour les procédés CO et FAE respectivement.

- Le module de transport A2 concerne le transport des matières premières. Les moyens de transport, les quantités transportées et les distances ainsi que les charges utiles pour le transport routier sont fournies par l'entreprise Techno Pieux. Selon la compagnie, le PEHD est transporté de Mississauga en Ontario jusqu'à Thetford Mines au Québec en camion remorque. Pour ce qui est de l'acier, celui provient de moulins situés en Ontario au Canada et il est transporté en camion remorque jusqu'à l'usine de fabrication des pieux à Thetford Mines. Une moyenne pondérée par les masses d'acier fournies par chaque moulin a ainsi été utilisée pour représenter la distance sur laquelle l'acier est transporté.
- Le module de fabrication A3 correspond à la fabrication du tube (sous-traitant de Techno Pieux), à la fabrication et la pose de l'hélice, au découpage et l'assemblage du pieu dans les usines de Techno Pieux situées à Thetford Mines. C'est également à cette étape que les racks et les accessoires en acier (p. ex. plaque de fixation) sont produits. De plus, ce module comprend le transport aller-retour en camion remorque vers l'usine de galvanisation et le procédé de galvanisation elle-même. Ce module inclut les émissions dans l'air liées à la combustion énergétique des combustibles (gaz naturel pour le chauffage des locaux, gaz de découpe et gaz de soudage pour la fabrication du pieu), et la production de déchets. La production des combustibles et de l'électricité consommés pour la fabrication des pieux sont aussi comptabilisés dans ce module. Les chutes d'acier lors de la fabrication du produit chez Techno Pieux représentent en moyenne 0,11 kg/kg de produit fini (pieu, rallonge, rack et accessoires) et la totalité des chutes est récupérée pour recyclage (moulin d'acier). Par ailleurs, la fabrication nécessite l'utilisation de liquide de refroidissement qui se retrouve dans les égouts. Ces émissions sont prises en compte dans le cadre de cette FDES.

- **Etape de construction, A4-A5**

- Le module de transport A4 correspond au transport du pieu depuis le site de fabrication jusqu'au chantier de construction. La modélisation prend en compte la production et la combustion du carburant pour le transport, ainsi que la construction de la route. Aucune perte de produit (pieu) n'intervient au cours du transport.

Pour la distribution des pieux, le scénario utilisé est basé sur les ventes réelles de l'entreprise pour l'année 2017 en Amérique du Nord et en Europe. Les distances indiquées dans le tableau ci-dessous représentent donc des moyennes pondérées des distances aux clients finaux en fonction de la masse vendue.

Transport jusqu'au chantier :

Paramètre	Valeur
Type de véhicule utilisé pour le transport	Les véhicules considérés sont des camions de type Euro 5 de charge utile 16-32 tonnes, camions de type Euro 5 et de charge utile 3,5-7,5 tonnes et des porte-conteneurs (bateau cargo).
Distance jusqu'au chantier	1125 km en camion et 4880 km en bateau
Utilisation de la capacité	50 % pour les camions de type Euro 5 de charge utile 16-32 tonnes et 33 % pour les camions de type Euro 5 de charge utile 3,5-7,5 tonnes
Masse volumique des produits transportés	397 kg/m ³
Coefficient d'utilisation de la capacité volumique	NA

- Le module d'installation A5 traite de l'installation du pieu dans le sol prêt à recevoir l'ouvrage. La modélisation prend en compte la fabrication ainsi que la consommation de ressources énergétiques de la machine visseuse permettant l'ancrage du pieu dans le sol. La consommation de diesel de la machine visseuse a été obtenue auprès de Techno Pieux et elle est de 3,3 litres pour l'UF. Une soudure avec un accessoire et une possible rallonge a été considérée. Les quantités moyennes de soudure et d'électricité utilisées sont de 2,47E-02 kg et 1,27E-02 kWh respectivement. Comme l'opération s'effectue à l'aide d'un appareil de soudage à l'électrode, il n'y a donc pas de gaz utilisé lors du soudage. Aucune perte de produit n'intervient au cours de l'installation.

Installation dans l'ouvrage :

Paramètre	Valeur
Intrants auxiliaires pour l'installation	2,47E-02 kg de soudure
Utilisation d'eau	0 m ³
Utilisation d'autres ressources	0 kg
Description quantitative du type d'énergie et consommation durant le processus d'installation	1,27E-02 kWh d'électricité et 3,3 litres de diesel consommés
Déchets produits sur le site de construction avant le traitement des déchets générés par l'installation du produit	0 kg
Fin de vie des emballages	100% des emballages sont recyclés
Emissions directes dans l'air ambiant, le sol et l'eau	0 kg

- **Etape d'utilisation, B1-B7**
 - Le pieu galvanisé P4-16 ne nécessite aucune autre opération lors de sa vie en œuvre. Les modules B1 à B7 sont donc présentés avec des valeurs nulles dans les tableaux de résultats de l'analyse du cycle de vie.
- **Etape de fin de vie, C1-C4**
 - Lors de la fin de vie le pieu est laissé sur place, ancré dans le sol. Cette opération correspond au module de mise en décharge C4. Lors de la fin de vie du pieu, aucune quantité d'énergie ou de matériau n'est donc nécessaire. Cependant le pieu est amené à subir un processus de lixiviation lors de cette étape du cycle de vie, relâchant des métaux (principalement du fer et du zinc sous formes ioniques) et des particules de PEHD dans le sol. Ces émissions sont similaires à celles des métaux et plastiques disposés en décharge en fin de vie et ont donc été modélisées en conséquence.
 - Mis à part le fait qu'il soit laissé sur place le pieu ne nécessite aucune autre opération lors de la fin de vie. Les modules C1 à C3 obtiennent donc des valeurs nulles dans les tableaux de résultats de l'analyse du cycle de vie.
- **Potentiel de recyclage / réutilisation / récupération, D**
 - Lors de la fin de vie le pieu est laissé sur place, ancré dans le sol. Il n'est donc pas recyclé ni réutilisé et le module D affiche donc des valeurs nulles dans les tableaux de résultats de l'analyse du cycle de vie.

- **Etapes du cycle de vie**

- **Information pour le calcul de l'analyse de cycle de vie**

RCP utilisé	ISO 14040:2006 ISO 14044:2006 Norme ISO 14025 Norme NF EN 15804+A1 et complément national NF EN 15 804/CN
Frontières du système	<p>L'analyse du cycle de vie est de type « berceau à la tombe ». Les frontières du système vont de la production des matières premières et des énergies jusqu'à la fin de vie du produit. Le module D (optionnel selon la norme NF EN 15804) n'est pas inclus dans l'analyse.</p> <p>Conformément à la norme NF EN 15804+A1, tous processus dont la masse et/ou le flux d'énergie compte pour plus de 1 % de la masse et/ou énergie cumulative totale des pieux ont été inclus. Toujours en accord avec la norme, au moins 95 % des flux de masse et d'énergie de chaque module du cycle de vie (A1-A3, A4-A5, B1-B7, C1-C4) ont été considérés. Toutefois, pour des raisons de contribution marginale aux résultats, les processus suivants ont été exclus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matériaux constituant les procédés de fabrication - Entretien des procédés de fabrication (consommation d'huile, eau, etc.) - Entretien général des usines (consommation d'eau et de détergent) - Administration des usines (consommation de papier, matériel

	<p>informatique, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transport des employés pour se rendre aux usines - Matériaux constituant l'usine de galvanisation - Entreposage des pieux (majoritairement entreposés à l'extérieur) - Transport des emballages en fin de vie
Allocations	<p>Sur le cycle de vie des pieux manufacturés par Techno Pieux, aucun processus multifonctionnel n'a été répertorié.</p>
Représentativité géographique et représentativité temporelle des données primaires	<p>Les données primaires utilisées dans cette ACV correspondent aux données collectées auprès de Techno Pieux. Ces données primaires ont été collectés à partir d'un questionnaire Excel, d'une visite de l'usine de Thetford Mines et de plusieurs entretiens avec le directeur général de Techno Pieux.</p> <p>Etape de production - Modules A1-A3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Québec - Représentativité technologique : les données correspondent aux technologies utilisées par Techno Pieux et ses fournisseurs (acier canadien) - Source : Techno Pieux <p>Etape de mise en œuvre - Modules A4-A5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Amérique du Nord et Europe - Source : Techno Pieux <p>Etape de vie en œuvre – Modules B1-B7</p> <ul style="list-style-type: none"> - Non concerné <p>Etape de fin de vie – Module C4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Amérique du Nord et Europe - Source : Techno Pieux, sur la base de l'hypothèse que l'ensemble des pieux sont laissés dans le sol en fin de vie.
Sources des données secondaires	<p>Les données secondaires sont les données utilisées qui proviennent d'autres sources que celles collectées auprès de Techno Pieux.</p> <p>Base de données secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Canada, Québec, Europe, États-Unis - Source : Ecoinvent v3.4 (ecoinvent center) <p>Principaux jeux de données utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Production d'acier dans un four à arc électrique (A1) : 2009, steel production, electric, low-alloyed steel, low-alloyed Cutoff, U – et adaptation de la consommation d'énergie pour correspondre au taux de 89 % de contenu recyclé (cas de l'acier des tubes) selon Yellishetty et al., 2011.</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Production d'acier avec le procédé Linz-Donawitz (haut-fourneau) (A1) : 2009, steel production, converter, unalloyed steel, unalloyed Cutoff, S – et adaptation des émissions liées aux catégories d'impacts changements climatiques et formation d'ozone photochimique pour correspondre au taux de 29% de contenu recyclé (cas de l'acier des tubes) selon WorldSteel, 2017.</i> - <i>Bouquet de production d'électricité du Québec (pour approvisionner l'usine de Techno Pieux – A3) : 2014, market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - CA-QC</i> - <i>Bouquet de production d'électricité de l'Ontario (pour la production de l'acier) (A1) : 2014, market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - CA-ON</i>
Variabilité des résultats	La variabilité (incertitude) sur les résultats est de 10 à 30% suivant les indicateurs.
Reproductibilité des résultats	<p>Le logiciel openLCA version 1.8.0 développé par GreenDelta a été utilisé pour élaborer la modélisation des processus élémentaires inclus dans le cycle de vie du pieu (étape d'inventaire du cycle de vie).</p> <p>Le logiciel openLCA et la méthode « EN 15804 2012 English » (basé sur la méthode CML (baseline) v4.4 (2015) et disponible sur le site d'OpenLCA) ont été utilisés pour le calcul des impacts et des indicateurs d'inventaire (étape d'évaluation des impacts du cycle de vie).</p> <p>Les indicateurs « pollutions de l'air » et « pollution de l'eau et des sols » ont été calculés sur un tableur Excel à l'aide des flux élémentaire tirés d'Open LCA et des facteurs de caractérisation et des facteurs de conversion du complément national NF EN 15804/CN (Annexes C et J).</p>

• Résultats de l'analyse de cycle de vie

Le tableau 1 ci-dessous présente les modules déclarés et non déclarés dans la FDES : l'analyse de cycle de vie du pieu galvanisé est de type « berceau à la tombe », ainsi tous les modules (A1 à C4) sont déclarés dans cette FDES.

Tableau 1

Etape de production			Etape du processus de construction		Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système	
A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	A4 Transport	A5 Installation	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l' énergie	B7 Utilisation de l' eau	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

X = modules du cycle de vie inclus dans l'ACV

Le tableau 2 présente les résultats des indicateurs environnementaux pour l'ensemble des modules considérés sur le cycle de vie pour le pieu galvanisé P4-16. Les résultats sont ainsi affichés pour l'unité fonctionnelle : *utiliser un pieu P4-16 galvanisé (44,8 kg), pour atteindre une capacité portante (en compression, cisaillement, flexion) spécifique, pour une durée de vie de référence de 100 ans.*

Tableau 2

Impacts environnementaux	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie					Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système		
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge			Total C1-C4	
Épuisement des ressources abiotiques (combustibles fossiles) MJ/UF	7.70E+02	1.27E+02	2.67E+02	1.16E+03	1.88E+02	1.71E+02	3.59E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.03E+00	7.03E+00	1.53E+03	NA
Épuisement des ressources abiotiques (éléments) kg Sb eq/UF	6.28E-05	2.51E-05	3.82E-03	3.91E-03	4.61E-05	4.70E-06	5.08E-05	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	0.00E+00	7.12E-08	7.12E-08	3.96E-03	NA	
Acidification des sols et de l'eau kg SO ₂ eq/UF	2.81E-01	2.77E-02	1.33E-01	4.42E-01	5.06E-02	8.87E-02	1.39E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.30E-03	2.30E-03	5.83E-01	NA	
Appauvrissement de la couche d'ozone CFC 11 eq/UF	4.02E-06	1.52E-06	2.27E-06	7.81E-06	2.24E-06	2.11E-06	4.35E-06	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	0.00E+00	1.56E-08	1.56E-08	1.22E-05	NA	
Réchauffement climatique kg CO ₂ eq/UF	6.77E+01	8.51E+00	2.92E+01	1.05E+02	1.27E+01	1.18E+01	2.45E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.85E-01	6.85E-01	1.30E+02	NA	
Eutrophisation kg PO ₄ ³⁻ eq/UF	1.21E-01	6.27E-03	6.09E-02	1.88E-01	1.03E-02	2.07E-02	3.10E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.80E-02	1.80E-02	2.37E-01	NA	
Formation d'ozone photochimique kg C ₂ H ₄ eq/UF	4.14E-02	1.41E-03	8.96E-03	5.18E-02	2.41E-03	2.37E-03	4.78E-03	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	0.00E+00	2.11E-04	2.11E-04	5.68E-02	NA	
Pollution de l'air m ³ /UF	3.62E+03	6.50E+02	2.51E+03	6.78E+03	1.01E+03	6.36E+02	1.64E+03	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	0.00E+00	7.35E-04	7.35E-04	8.43E+03	NA	
Pollution de l'eau et des sols m ³ /UF	1.13E-01	2.69E-02	2.76E+00	2.90E+00	4.30E-02	2.19E-02	6.48E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.23E-02	6.23E-02	3.03E+00	NA	

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système					
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4			
Utilisation de l'énergie primaire renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	4.30E+01	1.52E+00	7.44E+01	1.19E+02	2.76E+00	1.09E+00	3.85E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+02	NA	
Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	0.00E+00	0.00E+00	3.04E-05	3.04E-05	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	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	3.04E-05	NA
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables MJ PCI/UF	4.30E+01	1.52E+00	7.44E+01	1.19E+02	2.76E+00	1.09E+00	3.85E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+02	NA
Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	9.50E+02	1.36E+02	3.10E+02	1.40E+03	2.02E+02	1.82E+02	3.85E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.78E+03	NA

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie					Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système			
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge			Total C1-C4		
Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	2.47E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.47E+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	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	2.47E+01	NA	
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables MJ PCI/UF	9.74E+02	1.36E+02	3.10E+02	1.42E+03	2.02E+02	1.82E+02	3.85E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.81E+03	NA	
Utilisation de matière secondaire kg/UF	2.56E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.56E+01	0.00E+00	3.08E-01	3.08E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.59E+01	NA	
Utilisation de combustibles secondaires renouvelables MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Utilisation nette d'eau douce m³/UF	7.37E-01	2.21E-02	2.20E-01	9.79E-01	3.22E-02	1.55E-02	4.77E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.87E-04	5.87E-04	1.03E+00	NA		

Déchets	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système							
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4					
Déchets dangereux éliminés kg/UF	7.81E+00	8.24E-02	5.33E+00	1.32E+01	1.34E-01	1.13E-01	2.47E-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	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	1.35E+01	NA	
Déchets non dangereux éliminés kg/UF	5.41E+01	6.81E+00	1.84E+01	7.94E+01	8.78E+00	7.97E-01	9.58E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-02	1.91E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.89E+01	NA	
Déchets radioactifs éliminés kg/UF	4.85E-03	8.56E-04	9.27E-04	6.63E-03	1.27E-03	1.18E-03	2.45E-03	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	0.00E+00	2.01E-06	2.01E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.08E-03	NA	
Flux sortants	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge	Total C1-C4	Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système					
Composants destinés à la réutilisation kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.48E-02	4.48E-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	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	4.48E-02	NA
Matériaux destinés au recyclage kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	6.08E+00	6.08E+00	0.00E+00	6.81E-01	6.81E-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	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	6.76E+00	NA
Matériaux destinés à la récupération d'énergie kg/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Energie fournie à l'extérieur MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA

- **Informations additionnelles sur le relargage de substances dangereuses dans l'air intérieur, le sol et l'eau pendant l'étape d'utilisation**

Air intérieur

Le pieu P4-16 galvanisé ne participe pas à la pollution de l'air intérieur du projet de construction, puisqu'il n'émet aucune substance à l'intérieur du bâtiment lors de la phase d'utilisation.

Sol et eau

Le pieux galvanisé participe à la pollution du sol et de l'eau aux alentours du projet de construction dans la mesure où la surface extérieure du pieu se corrode et se dégrade sous l'effet de l'acidité, de l'eau et autres composantes chimiques du sol. Ainsi, pendant sa durée de vie, le pieu galvanisé relargue des oxydes de zinc, des hydroxydes et oxydes ferriques et autres composés présents en faible quantité dans l'acier (phosphore, soufre et manganèse) et dans le PEHD.

- **Contribution du produit à la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments**

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort hygrothermique dans le bâtiment

Le pieu P4-16 galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort hygrothermique.

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort acoustique dans le bâtiment

Le pieu P4-16 galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort acoustique.

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort visuel dans le bâtiment

Le pieu P4-16 galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort visuel.

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort olfactif dans le bâtiment

Le pieu P4-16 galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort olfactif.

- **Contribution environnementale positive**

Chantier

Le pieu P4-16 galvanisé permet d'atteindre la capacité portante désirée pour tout type d'ouvrage résidentiel, commercial et industriel léger à lourd. C'est donc un produit flexible qui permet de construire sur tous types de terrains y compris des terrains faiblement porteurs.

Gestion de l'énergie

Le pieu P4-16 galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe à améliorer la gestion de l'énergie de l'ouvrage.

Gestion des produits de déconstruction et valorisation

En fin de vie, le pieu P4-16 galvanisé est laissé sur place. Ainsi, aucun produit de déconstruction n'est utilisé et aucune valorisation n'est possible.

• Références

1. TechnoPieux (2018) Définition pieux à hélices. Disponible sur : <https://www.technopieux.com>
2. ecoinvent Center, 2018. Ecoinvent Database v3.4 - Life Cycle Inventory Data. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Disponible sur : <http://www.ecoinvent.org>
3. World Steel Association (2017) Life Cycle Inventory Methodology Report for steel products. Available at: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:6eefabf4-f562-4868-b919-f232280fd8b9/LCI+methodology+report_2017_vfinal.pdf.
4. Yellishetty, M. et al. (2011) 'Environmental life-cycle comparisons of steel production and recycling: sustainability issues, problems and prospects', Environmental Science & Policy, 14(6), pp. 650–663. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.04.008>.

• Annexe 1

Pour calculer l'impact environnemental ou le score à un indicateur d'inventaire donné pour les différents modèles de pieux galvanisés fabriqués par Techno Pieux, il convient d'utiliser une charte des masses correspondant aux types de pieux et d'hélice (Tableau 3) et les impacts environnementaux et scores aux indicateurs d'inventaire pour 1 kg de pieu galvanisé (Tableau 4). Ainsi, en multipliant la masse d'un pieu galvanisé donné par l'impact pour 1 kg de ce pieu, il est possible de calculer l'impact total du pieu galvanisé.

Le tableau 3 présente la charte des masses pour les différents pieux galvanisés de Techno Pieux.

Tableau 3

TYPE D'HÉLICE (φ EN POUCES)	Type de pieux			
	P1	P2	P3	P4
6	10,8	14,0	N/A	N/A
8	11,9	15,1	29,3	34,4
10	13,4	16,6	31,2	36,4
12	15,2	18,4	33,6	38,8
16	19,8	23,0	39,7	44,8

Le tableau 4 présente les résultats des indicateurs environnementaux pour l'ensemble des modules considérés sur le cycle de vie pour le pieu galvanisé P4-16. Les résultats sont ainsi affichés pour 1 kg de pieu galvanisé P4-16, pour atteindre une capacité portante (en compression, cisaillement, flexion) spécifique, pour une durée de vie de référence de 100 ans.

Tableau 4

Impacts environnementaux	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système		
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4
Épuisement des ressources abiotiques (combustibles fossiles) MJ/UF	1.72E+01	2.84E+00	5.96E+00	2.60E+01	4.20E+00	3.81E+00	8.01E+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	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-01	1.57E-01	3.42E+01	NA
Épuisement des ressources abiotiques (éléments) kg Sb eq/UF	1.40E-06	5.61E-07	8.53E-05	8.73E-05	1.03E-06	1.05E-07	1.14E-06	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	0.00E+00	1.59E-09	1.59E-09	8.84E-05	NA
Acidification des sols et de l'eau kg SO ₂ eq/UF	6.27E-03	6.19E-04	2.97E-03	9.86E-03	1.13E-03	1.98E-03	3.11E-03	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	0.00E+00	5.13E-05	5.13E-05	1.30E-02	NA
Appauvrissement de la couche d'ozone CFC 11 eq/UF	8.97E-08	3.40E-08	5.06E-08	1.74E-07	5.00E-08	4.71E-08	9.71E-08	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	0.00E+00	3.49E-10	3.49E-10	2.72E-07	NA
Réchauffement climatique kg CO ₂ eq/UF	1.51E+00	1.90E-01	6.51E-01	2.35E+00	2.83E-01	2.63E-01	5.46E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.53E-02	1.53E-02	2.91E+00	NA
Eutrophisation kg PO ₄ ³⁻ eq/UF	2.70E-03	1.40E-04	1.36E-03	4.20E-03	2.30E-04	4.62E-04	6.92E-04	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	0.00E+00	4.01E-04	4.01E-04	5.29E-03	NA
Formation d'ozone photochimique kg C ₂ H ₄ eq/UF	9.24E-04	3.15E-05	2.00E-04	1.16E-03	5.38E-05	5.29E-05	1.07E-04	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	0.00E+00	4.71E-06	4.71E-06	1.27E-03	NA
Pollution de l'air m ³ /UF	8.08E+01	1.45E+01	5.61E+01	1.51E+02	2.25E+01	1.42E+01	3.67E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-05	1.64E-05	1.88E+02	NA
Pollution de l'eau et des sols m ³ /UF	2.53E-03	6.00E-04	6.17E-02	6.48E-02	9.59E-04	4.88E-04	1.45E-03	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	0.00E+00	1.39E-03	1.39E-03	6.77E-02	NA

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système			
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4	
Utilisation de l'énergie primaire renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	9.59E-01	3.40E-02	1.66E+00	2.65E+00	6.15E-02	2.44E-02	8.59E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.74E+00	NA
Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	0.00E+00	0.00E+00	6.79E-07	6.79E-07	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.79E-07	NA
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables MJ PCI/UF	9.59E-01	3.40E-02	1.66E+00	2.65E+00	6.15E-02	2.44E-02	8.59E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.74E+00	NA
Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	2.12E+01	3.04E+00	6.92E+00	3.12E+01	4.52E+00	4.07E+00	8.59E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.97E+01	NA

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système								
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4						
Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	5.51E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.51E-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	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	0.00E+00	5.51E-01	NA			
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables MJ PCI/UF	2.17E+01	3.04E+00	6.92E+00	3.17E+01	4.52E+00	4.07E+00	8.59E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.03E+01	NA		
Utilisation de matière secondaire kg/UF	5.71E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.71E-01	0.00E+00	6.88E-03	6.88E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.77E-01	NA	
Utilisation de combustibles secondaires renouvelables MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Utilisation nette d'eau douce m ³ /UF	1.64E-02	4.94E-04	4.90E-03	2.18E-02	7.18E-04	3.46E-04	1.06E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.31E-05	1.31E-05	2.29E-02	NA		

Déchets	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système					
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4			
Déchets dangereux éliminés kg/UF	1.74E-01	1.84E-03	1.19E-01	2.95E-01	2.99E-03	2.52E-03	5.51E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.01E-01	NA	
Déchets non dangereux éliminés kg/UF	1.21E+00	1.52E-01	4.11E-01	1.77E+00	1.96E-01	1.78E-02	2.14E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.26E-04	4.26E-04	1.99E+00	NA			
Déchets radioactifs éliminés kg/UF	1.08E-04	1.91E-05	2.07E-05	1.48E-04	2.83E-05	2.64E-05	5.47E-05	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	0.00E+00	4.48E-08	4.48E-08	2.03E-04	NA			
Flux sortants																									
Composants destinés à la réutilisation kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-03	1.00E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-03	NA
Matériaux destinés au recyclage kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	1.36E-01	1.36E-01	0.00E+00	1.52E-02	1.52E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.51E-01	NA
Matériaux destinés à la récupération d'énergie kg/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Energie fournie à l'extérieur MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA

FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE

Techno Pieux™ – Modèle P4-16 non galvanisé



*En conformité avec les normes
NF EN ISO 14025,
NF EN 15804+A1 et son complément
national NF EN 15804/CN*



Techno Pieux
1700 Rue Setlakwe
Thetford Mines QC G6G 8B2
Canada

Le 1 mai 2020

Avertissement

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité de Techno Pieux. Cette déclaration environnementale de produit est conforme aux normes NF EN ISO 14025 et NF EN 15804+A1 et à son complément national NF EN 15804/CN. Techno Pieux a mandaté Charles Thibodeau et Julien Walzberg de CT Consultant pour l'assister dans la réalisation de cette FDES.

Techno Pieux et CT Consultant n'acceptent aucune responsabilité vis à vis de tout tiers auquel les résultats de l'étude auront été communiqués ou dans les mains desquels ils seraient parvenus. L'utilisation des résultats par leurs soins relevant de leur propre responsabilité.

Toute exploitation, totale ou partielle, des informations fournies dans ce document doit au minimum être accompagnée de la référence complète à la FDES d'origine ainsi qu'à son producteur qui pourra remettre un exemplaire complet.

Nous rappelons que les résultats de l'étude sont fondés seulement sur des faits, circonstances et hypothèses qui nous ont été soumis au cours de l'étude. Si ces faits, circonstances et hypothèses diffèrent, les résultats sont susceptibles de changer. De plus, il convient de considérer les résultats de l'étude dans leur ensemble, au regard des hypothèses, et non pas pris isolément.

La norme EN 15804+A1 du CEN sert de Règles de définition des catégories de produits (RCP).

Dans tout le texte, le terme « pieu » ou « pieu non galvanisé » couvre « un pieu non galvanisé fabriqué par Techno Pieux™ de modèle P4-16 ».

Guide de lecture

L'affichage des données d'inventaire respecte les exigences de la norme NF EN 15804+A1.

Précision sur le format d'affichage des données

Certaines valeurs sont affichées au format scientifique selon l'exemple ci-dessous :

$4,0E+01 = 4,0 \times 10^1$

Règles d'affichage

Dans le reste du document :

- lorsque le résultat de calcul d'un indicateur est nul, alors la valeur zéro est affichée ;
- toutes les valeurs non nulles sont exprimées avec 3 chiffres significatifs.

Abréviations utilisées

ACV : Analyse du Cycle de Vie

DEP : Déclaration Environnementale Produit

DVR : Durée de Vie de Référence

ELCD : European reference Life Cycle Database

FDES : Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

UF : Unité Fonctionnelle

Précaution d'utilisation de la FDES pour la comparaison des produits

Les FDES de produits de construction peuvent ne pas être comparables si elles ne sont pas conformes à la norme NF EN 15804+A1.

La norme NF EN 15804+A1 définit au § 5.3 *Comparabilité des FDES** pour les produits de construction, les conditions dans lesquelles les produits de construction peuvent être comparés, sur la base des informations fournies par la FDES :

« Une comparaison de la performance environnementale des produits de construction en utilisant les informations des DEP doit être basée sur l'usage des produits et leurs impacts sur le bâtiment, et doit prendre en compte la totalité du cycle de vie (tous les modules d'information) »

* La note 1 de l'avant-propos du complément national définit *« la traduction littérale en français de EPD (Environmental Product Declaration) est DEP (Déclaration Environnementale de Produit). Toutefois, en France, on utilise couramment le terme de FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) qui regroupe à la fois la Déclaration Environnementale et des informations Sanitaires pour le produit faisant l'objet de cette FDES. La FDES est donc bien une "DEP" complétée par des informations sanitaires. »*

• Information générale

1. Producteur de la FDES

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité de Techno Pieux.

Techno Pieux <https://www.technopieux.com>

1700 Rue Setlakwe

Thetford Mines QC G6G 8B2

Canada

info@technopieux.com

2. Représentativité de la FDES

Le fabricant de pieux est :

- Techno Pieux <https://www.technopieux.com>
1700 Rue Setlakwe, Thetford Mines QC G6G 8B2, Canada

Les régions et pays pour lesquels la FDES est représentative sont les suivants :

- L'Europe, les États-Unis d'Amérique et le Canada.

3. Type de FDES

Cette FDES individuelle couvre le cycle de vie du produit « berceau à la tombe ».

4. Validité de la FDES

La présente FDES est une déclaration individuelle. Elle n'est valable que pour les pieux non galvanisés de Techno Pieux. Elle comprend l'ensemble des types de pieux non galvanisés (p. ex. épaisseur de paroi, longueur des tubes et longueur de l'hélice) produit par Techno Pieux. Les pieux galvanisés de Techno Pieux sont couverts par une FDES distincte.

La FDES a été réalisée dans le cadre du programme de déclaration environnementale et sanitaire pour les produits de construction, ou "Programme FDES - INIES", géré par INIES (www.inies.fr).

5. Vérification de la FDES

La présente FDES a fait l'objet d'une vérification par Naeem ADIBI (WeLOOP), vérificateur habilité de Déclaration Environnementale et Sanitaire dans le secteur de la construction par INIES (en France). Le rapport de vérification et l'attestation sont disponibles sur simple demande auprès de Techno Pieux.

La norme CEN EN 15804 sert de RCP^a

Vérification indépendante externe de la déclaration et des données, conformément à l'EN ISO 14025:2010.

Vérification par tierce partie ^b:

Dr. Naeem ADIBI

WeLOOP

Base 11/19, pépinière d'éco-entreprises, rue Léon Blum
62750 Loos-en-Gohelle, France

T : +33 6 45403877

Email : n.adibi@weloop.org

Site web : www.weloop.org

^a Règles de définition des catégories de produits.

^b Facultatif pour la communication entre entreprises, obligatoire pour la communication entre une entreprise et ses clients (voir l'EN ISO 14025:2010, 9.4).

6. Date de publication et date de fin de validité

La présente FDES est publiée en mai 2020 et sera valide pendant 5 ans.

7. Produit concerné par la FDES

La présente FDES concerne le pieu non galvanisé de Techno Pieux™, modèle P4-16, fabriqué par l'entreprise Techno Pieux, produits au Canada et vendus aux consommateurs en Amérique du Nord ainsi qu'en Europe par le biais d'un réseau de concessionnaires.

• Description de l'unité fonctionnelle (ou unité déclarée) et du produit

1. Unité fonctionnelle (UF)

Utiliser un pieu non galvanisé P4-16 (40,8 kg), pour atteindre une capacité portante (en compression, cisaillement, flexion) spécifique, pour une durée de vie de référence de 90 ans.

2. Description du produit

Les pieux en acier avec gaine en polyéthylène haute densité (PEHD) Techno Pieux™ sont des pieux vissés permettant d'obtenir la capacité portante voulue pour un projet de construction donné. Ils permettent ainsi d'établir les fondations nécessaires à la construction de l'ouvrage. Un pieu est constitué d'acier à 99 % et de PEHD à 1 % (base massique).

Un pieu est constitué d'un tube d'acier muni d'une ou plusieurs hélices d'acier en forme hélicoïdale (Adapté de Techno Pieux, 2018). Une plaque d'acier et autres accessoires sont également utilisés pour fixer le pieu à l'ouvrage. Lorsque la profondeur requise pour atteindre la capacité portante voulue est plus élevée que la longueur du pieu, une ou plusieurs rallonges peuvent être utilisées. Une rallonge se compose d'un tube sans hélice et d'une gaine en PEHD.

Techno Pieux fabriquent plusieurs modèles et dimensions de pieux et de rallonges. La longueur d'un pieu ou d'une rallonge est de 2 à 3 mètres et son diamètre varie entre 48,3 mm à 168,3 mm. Le flux de référence considéré pour cette FDES est un pieu de 2 m de longueur, 101,6 mm de diamètre extérieur et d'une masse de 40,8 kg.

3. Description de l'usage du produit

Les pieux permettent d'établir les fondations nécessaires d'un projet de construction donné. L'ouvrage à soutenir est de type résidentiel (maison, chalet, etc.) ou de type touristique (drapeaux, enseignes, etc.). Il peut également être dans le secteur de l'énergie (installation de panneaux solaires), celui du génie civil (passerelle) ou industriel et commercial (équipements fixes, bureaux).

4. Performance principale de l'UF

Le pieu P4-16 non galvanisé permet d'atteindre des valeurs de capacités portantes de 200 kN d'état limite en service (ELS) en compression, 100 kN ELS en tension et 12 kN de capacité latérale.

5. Autres caractéristiques techniques non incluses dans l'unité fonctionnelle

Une fonction secondaire du produit est de contribuer à l'esthétique de l'ouvrage à soutenir.

6. Description des principaux composants et/ou matériaux du produit

- Produit principal :
 - 40,25 kg d'acier
 - 0,55 kg de PEHD
- Produits complémentaires de mise en œuvre (à l'échelle du flux de référence) :
 - Fil à souder : 0,02 kg
- Emballage de distribution (à l'échelle du flux de référence) :
 - Caisses de bois : 1,8E-03 kg
 - Barils en acier : 4,6E-02 kg
 - Racks en acier : 5,5E-01 kg

7. Règlement REACH

Le produit ne contient pas de substances de la liste candidate selon le règlement REACH avec une concentration supérieure à 0,1 % en masse.

8. Description de la durée de vie de référence

La durée de vie de référence (DVR) est de 90 ans. La DVR des pieux est basée sur le critère d'évaluation ICC-ES AC-308 (International Council Code) et en considérant une épaisseur de corrosion de 1,5 mm.

Paramètre	Valeur
Durée de vie de référence	90 ans
Propriétés déclarées du produit (à la sortie de l'usine) et finitions, etc.	Les pieux P4-16 non galvanisés permettent d'atteindre des valeurs de capacités portantes de 200 kN d'état limite en service (ELS) en compression, 100 kN ELS en tension et 12 kN de capacité latérale.
Paramètres théoriques d'application (s'ils sont imposés par le fabricant), y compris les références aux pratiques appropriées	Non concerné
Qualité présumée des travaux, lorsque l'installation est conforme aux instructions du fabricant	Aucune perte en produit lorsque l'installation est conforme aux instructions du fabricant
Environnement extérieur (pour les applications en extérieur), par exemple intempéries, polluants, exposition aux UV et au vent, orientation du bâtiment, ombrage, température	Non concerné
Environnement intérieur (pour les applications en intérieur), par exemple température, humidité, exposition à des produits chimiques	Non concerné
Conditions d'utilisation, par exemple fréquence d'utilisation, exposition mécanique	Non concerné
Maintenance, par exemple fréquence exigée, type et qualité et remplacement des composants remplaçables	Non concerné

• Etapes du cycle de vie

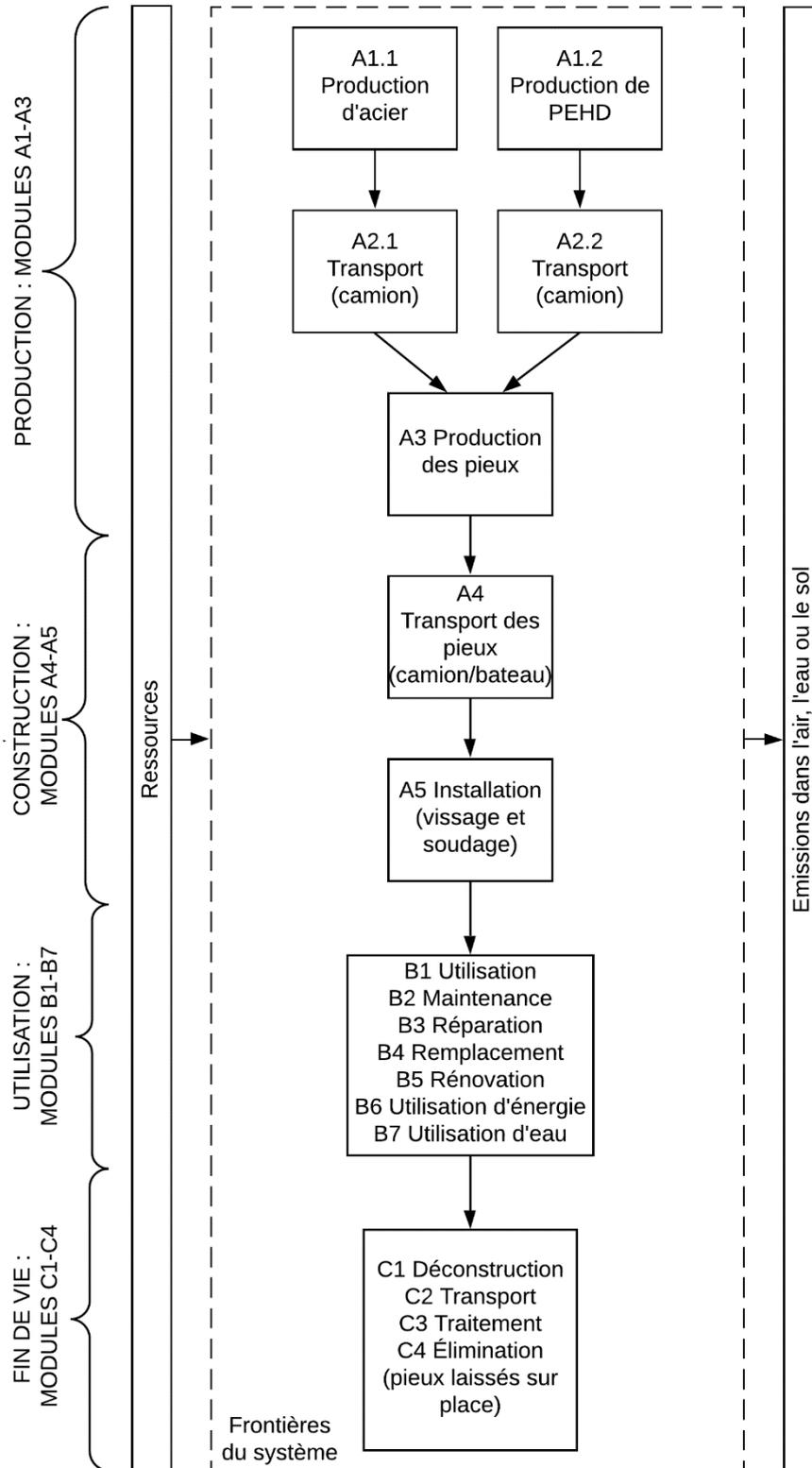


Figure 1 – cycle de vie du Techno Pieux P4-16 non galvanisé

- **Étape de production, A1-A3**

- Le module de production A1 concerne l'approvisionnement en matières premières. Pour le pieu P4-16 non galvanisé, cela comprend la production d'acier (pour le tube et l'hélice du pieu) et la production de polyéthylène haute densité (PEHD) (pour la gaine du pieu).

L'acier utilisé respecte les normes ASTM A500 grade C, CAN/CSA-G40.21-98 et CSA W47. Il est produit à partir d'un mélange d'acier primaire (52 %) et d'acier secondaire (48 %). L'acier primaire provient de moulins utilisant des convertisseurs à oxygène (Blast Oxygen Furnace ou procédé Linz-Donawitz) et il est produit à partir de minerai de fer et de coke. L'extraction des matières premières (minerai de fer, coke...), leurs transports et la production d'acier à proprement parlé sur le site sidérurgique sont considérés. L'acier secondaire provient de moulins utilisant des fours à arc électrique (FAE) et est produit majoritairement à partir de ferraille à recycler. La proportion moyenne de contenu en recyclé pré et post-consommation est de 29 % et 89 % pour les procédés CO et FAE respectivement.

- Le module de transport A2 concerne le transport des matières premières. Les moyens de transport, les quantités transportées et les distances ainsi que les charges utiles pour le transport routier sont fournies par l'entreprise Techno Pieux. Selon la compagnie, le PEHD est transporté de Mississauga en Ontario jusqu'à Thetford Mines au Québec en camion remorque. Pour ce qui est de l'acier, celui provient de moulins canadiens situés en Ontario, et il est transporté en camion remorque jusqu'à l'usine de fabrication des pieux à Thetford Mines. Une moyenne pondérée par les masses d'acier fournies par chaque moulin a ainsi été utilisée pour représenter la distance sur laquelle l'acier est transporté.
- Le module de fabrication A3 correspond à la fabrication du tube (sous-traitant de Techno Pieux), à la fabrication et la pose de l'hélice, au découpage et l'assemblage du pieu dans les usines de Techno Pieux situées à Thetford Mines. C'est également à cette étape que les racks et les accessoires en acier (p. ex. plaque de fixation) sont produits. Ce module inclut les émissions dans l'air liées à la combustion énergétique des combustibles (gaz naturel pour le chauffage des locaux, gaz de découpe et gaz de soudage pour la fabrication du pieu), et la production de déchets. La production des combustibles et de l'électricité consommés pour la fabrication des pieux sont aussi comptabilisés dans ce module. Les chutes d'acier lors de la fabrication du produit représentent en moyenne 0,11 kg/kg de produit fini (pieu, rallonge, rack et accessoires) et la totalité des chutes est récupérée pour recyclage (moulin d'acier). Par ailleurs, la fabrication nécessite l'utilisation de liquide de refroidissement qui se retrouve dans les égouts. Ces émissions sont prises en compte dans le cadre de cette FDES.

- **Étape de construction, A4-A5**

- Le module de transport A4 correspond au transport du pieu depuis le site de fabrication jusqu'au chantier de construction. La modélisation prend en compte la production et la combustion du carburant pour le transport, ainsi que la construction de la route. Aucune perte de produit (pieu) n'intervient au cours du transport.

Pour la distribution des pieux, le scénario utilisé est basé sur les ventes réelles de l'entreprise pour l'année 2017 en Amérique du Nord et en Europe. Les distances indiquées dans le tableau ci-dessous représentent donc des moyennes pondérées des distances aux clients finaux en fonction de la masse vendue.

Transport jusqu'au chantier :

Paramètre	Valeur
Type de véhicule utilisé pour le transport	Les véhicules considérés sont des camions de type Euro 5 de charge utile 16-32 tonnes, camions de type Euro 5 et de charge utile 3,5-7,5 tonnes et des porte-conteneurs (bateau cargo).
Distance jusqu'au chantier	1125 km en camion et 4880 km en bateau
Utilisation de la capacité	50 % pour les camions de type Euro 5 de charge utile 16-32 tonnes et 33 % pour les camions de type Euro 5 de charge utile 3,5-7,5 tonnes
Masse volumique des produits transportés	363 kg/m ³
Coefficient d'utilisation de la capacité volumique	NA

- Le module d'installation A5 traite de l'installation du pieu dans le sol prêt à recevoir l'ouvrage. La modélisation prend en compte la fabrication ainsi que la consommation de ressources énergétiques de la machine visseuse permettant l'ancrage du pieu dans le sol. La consommation de diesel de la machine visseuse a été obtenue auprès de Techno Pieux et elle est de 3,0 litres pour l'UF. Une soudure avec un accessoire et une possible rallonge a été considérée. Les quantités moyennes de soudure et d'électricité utilisées sont de 2,25E-02 kg et 1,15E-02 kWh respectivement. Comme l'opération s'effectue à l'aide d'un appareil de soudage à l'électrode, il n'y a donc pas de gaz utilisé lors du soudage. Aucune perte de produit n'intervient au cours de l'installation.

Installation dans l'ouvrage :

Paramètre	Valeur
Intrants auxiliaires pour l'installation	2,25E-02 kg de soudure
Utilisation d'eau	0 m ³
Utilisation d'autres ressources	0 kg
Description quantitative du type d'énergie et consommation durant le processus d'installation	1,15E-02 kWh d'électricité et 3,0 litres de diesel consommés
Déchets produits sur le site de construction avant le traitement des déchets générés par l'installation du produit	0 kg

Fin de vie des emballages	100% des emballages sont recyclés
Emissions directes dans l'air ambiant, le sol et l'eau	0 kg

- **Etape de vie en œuvre, B1-B7**

- Lors de la vie en œuvre, le pieu ne nécessite pas d'intervention. Les modules B1 à B7 sont donc présentés avec des valeurs nulles dans les tableaux de résultats de l'analyse du cycle de vie.

- **Etape de fin de vie, C1-C4**

- Lors de la fin de vie, le pieu est laissé sur place, ancré dans le sol. Cette opération correspond au module de mise en décharge C4. Lors de la fin de vie du pieu, aucune quantité d'énergie ou de matériau n'est donc nécessaire. Cependant, le pieu est amené à subir un processus de lixiviation lors de cette étape du cycle de vie, relâchant des métaux (principalement du fer sous forme ionique) et des particules de PEHD dans le sol. Ces émissions sont similaires à celles des métaux et plastiques disposés en décharge en fin de vie et ont donc été modélisées en conséquence.
- Mis à part le fait que le pieu soit laissé sur place, le pieu ne nécessite aucune autre opération lors de la fin de vie. Les modules C1 à C3 sont donc présentés avec des valeurs nulles dans les tableaux de résultats de l'analyse du cycle de vie.

- **Potentiel de recyclage / réutilisation / récupération, D**

- Lors de la fin de vie le pieu est laissé sur place, ancré dans le sol. Il n'est donc pas recyclé ni réutilisé et le module D affiche donc avec des valeurs nulles dans les tableaux de résultats de l'analyse du cycle de vie.

- **Etapes du cycle de vie**

- **Information pour le calcul de l'analyse de cycle de vie**

RCP utilisé	ISO 14040:2006 ISO 14044:2006 Norme ISO 14025 Norme NF EN 15804+A1 et complément national NF EN 15 804/CN
Frontières du système	L'analyse du cycle de vie est de type « berceau à la tombe ». Les frontières du système vont de la production des matières premières et des énergies jusqu'à la fin de vie du produit. Le module D (optionnel selon la norme NF EN 15804) n'est pas inclus dans l'analyse. Conformément à la norme NF EN 15804+A1, tous processus dont la masse et/ou le flux d'énergie compte pour plus de 1 % de la masse et/ou énergie cumulative totale des pieux ont été inclus. Toujours en accord avec la norme, au moins 95 % des flux de masse et d'énergie de chaque module du cycle de vie (A1-A3, A4-A5, B1-B7, C1-C4) ont été considérés. Toutefois, pour des raisons de contribution marginale aux résultats, les processus suivants ont été exclus :

	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux constituant les procédés de fabrication - Entretien des procédés de fabrication (consommation d'huile, eau, etc.) - Entretien général des usines (consommation d'eau et de détergent) - Administration des usines (consommation de papier, matériel informatique, etc.) - Transport des employés pour se rendre aux usines - Entreposage des pieux (majoritairement entreposés à l'extérieur) - Transport des emballages en fin de vie
Allocations	Sur le cycle de vie des pieux manufacturés par Techno Pieux, aucun processus multifonctionnel n'a été répertorié.
Représentativité géographique et représentativité temporelle des données primaires	<p>Les données primaires utilisées dans cette ACV correspondent aux données collectées auprès de Techno Pieux. Ces données primaires ont été collectés à partir d'un questionnaire Excel, d'une visite de l'usine de Thetford Mines et de plusieurs entretiens avec le directeur général de Techno Pieux.</p> <p>Etape de production - Modules A1-A3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Québec, Canada - Représentativité technologique : les données correspondent aux technologies utilisées par Techno Pieux et ses fournisseurs (acier canadien) - Source : Techno Pieux <p>Etape de mise en œuvre - Modules A4-A5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Amérique du Nord et Europe - Source : Techno Pieux <p>Etape de vie en œuvre – Modules B1-B7</p> <ul style="list-style-type: none"> - Non concerné <p>Etape de fin de vie – Module C4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Amérique du Nord et Europe - Source : Techno Pieux, sur la base de l'hypothèse que l'ensemble des pieux sont laissés dans le sol en fin de vie.
Sources des données secondaires	<p>Les données secondaires sont les données utilisées qui proviennent d'autres sources que celles collectées auprès de Techno Pieux.</p> <p>Base de données secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Année : 2017 - Représentativité géographique : Canada, Québec, Europe, États-Unis - Source : Ecoinvent v3.4 (ecoinvent center) <p>Principaux jeux de données utilisés :</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Production d'acier dans un four à arc électrique (A1) : 2009, steel production, electric, low-alloyed steel, low-alloyed Cutoff, U – et adaptation de la consommation d'énergie pour correspondre au taux de 89 % de contenu recyclé (cas de l'acier des tubes) selon Yellishetty et al., 2011.</i> - <i>Production d'acier avec le procédé Linz-Donawitz (haut-fourneau) (A1) : 2009, steel production, converter, unalloyed steel, unalloyed Cutoff, S – et adaptation des émissions liées aux catégories d'impacts changements climatiques et formation d'ozone photochimique pour correspondre au taux de 29% de contenu recyclé (cas de l'acier des tubes) selon WorldSteel, 2017.</i> - <i>Bouquet de production d'électricité du Québec (pour approvisionner l'usine de Techno Pieux – A3) : 2014, market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - CA-QC</i> - <i>Bouquet de production d'électricité de l'Ontario (pour la production de l'acier) (A1) : 2014, market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - CA-ON</i>
Variabilité des résultats	La variabilité (incertitude) sur les résultats est de 10 à 30% suivant les indicateurs.
Reproductibilité des résultats	<p>Le logiciel openLCA version 1.8.0 développé par GreenDelta a été utilisé pour élaborer la modélisation des processus élémentaires inclus dans le cycle de vie du pieu (étape d'inventaire du cycle de vie)</p> <p>Le logiciel openLCA et la méthode « EN 15804 2012 English » (basé sur la méthode CML (baseline) v4.4 (2015) et disponible sur le site d'OpenLCA) ont été utilisés pour le calcul des impacts et des indicateurs d'inventaire (étape d'évaluation des impacts du cycle de vie).</p> <p>Les indicateurs « pollutions de l'air » et « pollution de l'eau et des sols » ont été calculés sur un tableur Excel à l'aide des flux élémentaires tirés d'OpenLCA et des facteurs de caractérisation et des facteurs de conversion du complément national NF EN 15804/CN (Annexes C et J).</p>

• Résultats de l'analyse de cycle de vie

Le tableau 1 ci-dessous présente les modules déclarés et non déclarés dans la FDES : l'analyse du cycle de vie du pieu non galvanisé est de type « berceau à la tombe », ainsi tous les modules (A1 à C4) sont déclarés dans cette FDES.

Tableau 1

Etape de production			Etape du processus de construction		Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système	
A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	A4 Transport	A5 Installation	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

X = modules du cycle de vie inclus dans l'ACV

Le tableau 2 présente les résultats des indicateurs environnementaux pour l'ensemble des modules considérés sur le cycle de vie pour le pieu P4-16 non galvanisé. Les résultats sont ainsi affichés pour l'unité fonctionnelle : *utiliser un pieu P4-16 non galvanisé (40,8 kg), pour atteindre une capacité portante (en compression, cisaillement, flexion) spécifique, pour une durée de vie de référence de 90 ans.*

Tableau 2

Impacts environnementaux	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système			
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4	
Épuisement des ressources abiotiques (combustibles fossiles) MJ/UF	7.70E+02	1.27E+02	2.12E+02	1.11E+03	1.79E+02	1.46E+02	3.26E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.41E+00	6.41E+00	1.44E+03	NA
Épuisement des ressources abiotiques (éléments) kg Sb eq/UF	6.27E-05	2.52E-05	4.24E-04	5.12E-04	4.37E-05	4.02E-06	4.77E-05	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	0.00E+00	0.00E+00	6.45E-08	6.45E-08	5.60E-04	NA
Acidification des sols et de l'eau kg SO ₂ eq/UF	2.81E-01	2.78E-02	9.67E-02	4.06E-01	4.90E-02	7.63E-02	1.25E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.08E-03	2.08E-03	5.33E-01	NA
Appauvrissement de la couche d'ozone CFC 11 eq/UF	4.01E-06	1.53E-06	1.84E-06	7.38E-06	2.14E-06	1.81E-06	3.95E-06	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	0.00E+00	0.00E+00	1.41E-08	1.41E-08	1.13E-05	NA
Réchauffement climatique kg CO ₂ eq/UF	6.77E+01	8.57E+00	2.40E+01	1.00E+02	1.22E+01	1.01E+01	2.22E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.20E-01	6.20E-01	1.23E+02	NA
Eutrophisation kg PO ₄ ³⁻ eq/UF	1.21E-01	6.28E-03	4.73E-02	1.75E-01	9.91E-03	1.77E-02	2.77E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-02	1.66E-02	2.19E-01	NA
Formation d'ozone photochimique kg C ₂ H ₄ eq/UF	4.15E-02	1.42E-03	7.26E-03	5.01E-02	2.33E-03	2.03E-03	4.36E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	1.92E-04	1.92E-04	5.47E-02	NA
Pollution de l'air m ³ /UF	3.62E+03	6.28E+02	1.91E+03	6.15E+03	9.18E+02	5.79E+02	1.50E+03	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	0.00E+00	0.00E+00	1.34E-03	1.34E-03	7.65E+03	NA
Pollution de l'eau et des sols m ³ /UF	1.13E-01	2.60E-02	2.66E+00	2.80E+00	3.91E-02	1.99E-02	5.90E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.14E-01	1.14E-01	2.97E+00	NA

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système						
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4				
Utilisation de l'énergie primaire renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	4.28E+01	1.53E+00	7.02E+01	1.14E+02	2.44E+00	9.34E-01	3.37E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.18E+02	NA	
Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	0.00E+00	0.00E+00	2.77E-05	2.77E-05	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	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	2.77E-05	NA
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables MJ PCI/UF	4.28E+01	1.53E+00	7.02E+01	1.14E+02	2.44E+00	9.34E-01	3.37E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.18E+02	NA
Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	9.47E+02	1.36E+02	2.49E+02	1.33E+03	1.93E+02	1.56E+02	3.49E+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	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	1.68E+03	NA
Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	2.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.25E+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	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	0.00E+00	0.00E+00	2.25E+01	NA

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système				
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4		
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables MJ PCI/UF	9.69E+02	1.36E+02	2.49E+02	1.35E+03	1.93E+02	1.56E+02	3.49E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E+03	NA	
Utilisation de matière secondaire kg/UF	2.33E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.33E+01	0.00E+00	2.81E-01	2.81E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.36E+01	NA	
Utilisation de combustibles secondaires renouvelables MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Utilisation nette d'eau douce m³/UF	4.92E-01	2.22E-02	1.72E-01	6.87E-01	3.09E-02	1.32E-02	4.41E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.34E-04	5.34E-04	7.31E-01	NA		

Déchets	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système					
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4			
Déchets dangereux éliminés kg/UF	7.82E+00	8.24E-02	5.10E+00	1.30E+01	1.32E-01	9.67E-02	2.28E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.32E+01	NA
Déchets non dangereux éliminés kg/UF	5.42E+01	6.81E+00	1.43E+01	7.53E+01	8.45E+00	6.85E-01	9.13E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.73E-02	1.73E-02	8.44E+01	NA		
Déchets radioactifs éliminés kg/UF	5.06E-03	8.57E-04	7.38E-04	6.65E-03	1.20E-03	1.01E-03	2.21E-03	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	0.00E+00	1.82E-06	1.82E-06	8.87E-03	NA			
Flux sortants	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge	Total C1-C4	Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système			
Composants destinés à la réutilisation kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.08E-02	4.08E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.08E-02	NA	
Matériaux destinés au recyclage kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	5.54E+00	5.54E+00	0.00E+00	6.20E-01	6.20E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.16E+00	NA
Matériaux destinés à la récupération d'énergie kg/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Energie fournie à l'extérieur MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA

- **Informations additionnelles sur le relargage de substances dangereuses dans l'air intérieur, le sol et l'eau pendant l'étape d'utilisation**

Air intérieur

Le pieu P4-16 non galvanisé ne participe pas à la pollution de l'air intérieur du projet de construction, puisqu'il n'émet aucune substance à l'intérieur du bâtiment lors de la phase d'utilisation.

Sol et eau

Le pieu non galvanisé participe à la pollution du sol et de l'eau aux alentours du projet de construction dans la mesure où la surface extérieure du pieu se corrode et se dégrade sous l'effet de l'acidité, de l'eau et autres composantes chimiques du sol. Ainsi, pendant sa durée de vie, le pieu non galvanisé relargue des hydroxydes et oxydes ferriques et autres composés présents en faible quantité dans l'acier (phosphore, soufre et manganèse) et dans le PEHD.

- **Contribution du produit à la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments**

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort hygrothermique dans le bâtiment

Le pieu P4-16 non galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort hygrothermique.

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort acoustique dans le bâtiment

Le pieu P4-16 non galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort acoustique.

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort visuel dans le bâtiment

Le pieu P4-16 non galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort visuel.

Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort olfactif dans le bâtiment

Le pieu P4-16 non galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe au confort olfactif.

- **Contribution environnementale positive**

Chantier

Le pieu P4-16 non galvanisé permet d'atteindre la capacité portante désirée pour tout type d'ouvrage résidentiel, commercial et industriel léger à lourd. C'est donc un produit flexible qui permet de construire sur tous types de terrains y compris des terrains faiblement porteurs.

Gestion de l'énergie

Le pieu P4-16 non galvanisé, tel que défini dans l'unité fonctionnelle, ne participe pas d'une manière directe à améliorer la gestion de l'énergie de l'ouvrage.

Gestion des produits de déconstruction et valorisation

En fin de vie, le pieu non galvanisé est laissé sur place. Ainsi, aucun produit de déconstruction n'est utilisé et aucune valorisation n'est possible.

• Références

1. TechnoPieux (2018) Définition pieux à hélices. Disponible sur : <https://www.technopieux.com>
2. ecoinvent Center, 2018. Ecoinvent Database v3.4 - Life Cycle Inventory Data. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Disponible sur : <http://www.ecoinvent.org>
3. World Steel Association (2017) Life Cycle Inventory Methodology Report for steel products. Available at: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:6eefabf4-f562-4868-b919-f232280fd8b9/LCI+methodology+report_2017_vfinal.pdf.
4. Yellishetty, M. et al. (2011) 'Environmental life-cycle comparisons of steel production and recycling: sustainability issues, problems and prospects', *Environmental Science & Policy*, 14(6), pp. 650–663. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.04.008>.

• Annexe 1

Pour calculer l'impact environnemental ou le score à un indicateur d'inventaire donné pour les différents modèles de pieux fabriqués par Techno Pieux, il convient d'utiliser une charte des masses correspondant aux types de pieux et d'hélice (Tableau 3) et les impacts environnementaux et scores aux indicateurs d'inventaire pour 1 kg de pieu (Tableau 4). Ainsi, en multipliant la masse d'un pieu non galvanisé donné par l'impact pour 1 kg de ce pieu, il est possible de calculer l'impact total du pieu.

Le tableau 3 présente la charte des masses pour les différents pieux non galvanisés fabriqués par Techno Pieux.

Tableau 3

**MASSE DES PIEUX EN ACIER NON GALVANISES
POUR DES SECTIONS DE 2 MÈTRES**

TYPE D'HELICE (ϕ EN POUCES)	Type de pieux			
	P1	P2	P3	P4
	kg			
6	9,8	12,7	N/A	N/A
8	10,9	13,8	26,6	31,2
10	12,2	15,1	28,4	33,1
12	13,8	16,7	30,6	35,2
16	18,0	20,9	36,1	40,8

Le tableau 4 présente les résultats des indicateurs environnementaux pour l'ensemble des modules considérés sur le cycle de vie pour 1 kg de pieu non galvanisé, pour atteindre une capacité portante (en compression, cisaillement, flexion) spécifique, pour une durée de vie de référence de 90 ans.

Tableau 4

Impacts environnementaux	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation							Etape de fin de vie				Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système			
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets			C4 Décharge	Total C1-C4	
Épuisement des ressources abiotiques (combustibles fossiles) MJ/UF	1.89E+01	3.12E+00	5.20E+00	2.72E+01	4.39E+00	3.59E+00	7.98E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-01	1.57E-01	3.53E+01	NA
Épuisement des ressources abiotiques (éléments) kg Sb eq/UF	1.54E-06	6.18E-07	1.04E-05	1.26E-05	1.07E-06	9.86E-08	1.17E-06	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	0.00E+00	0.00E+00	1.58E-09	1.58E-09	1.37E-05	NA
Acidification des sols et de l'eau kg SO ₂ eq/UF	6.89E-03	6.82E-04	2.37E-03	9.95E-03	1.20E-03	1.87E-03	3.07E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	5.10E-05	5.10E-05	1.31E-02	NA
Appauvrissement de la couche d'ozone CFC 11 eq/UF	9.84E-08	3.75E-08	4.51E-08	1.81E-07	5.24E-08	4.43E-08	9.67E-08	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	0.00E+00	0.00E+00	3.45E-10	3.45E-10	2.78E-07	NA
Réchauffement climatique kg CO ₂ eq/UF	1.66E+00	2.10E-01	5.88E-01	2.46E+00	2.98E-01	2.47E-01	5.45E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02	1.52E-02	3.02E+00	NA
Eutrophisation kg PO ₄ ³⁻ eq/UF	2.97E-03	1.54E-04	1.16E-03	4.28E-03	2.43E-04	4.35E-04	6.78E-04	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	0.00E+00	0.00E+00	4.06E-04	4.06E-04	5.37E-03	NA
Formation d'ozone photochimique kg C ₂ H ₄ eq/UF	1.02E-03	3.47E-05	1.78E-04	1.23E-03	5.71E-05	4.98E-05	1.07E-04	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	0.00E+00	0.00E+00	4.71E-06	4.71E-06	1.34E-03	NA
Pollution de l'air m ³ /UF	8.87E+01	1.54E+01	4.67E+01	1.51E+02	2.25E+01	1.42E+01	3.67E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-05	3.28E-05	1.88E+02	NA
Pollution de l'eau et des sols m ³ /UF	2.78E-03	6.38E-04	6.52E-02	6.86E-02	9.59E-04	4.88E-04	1.45E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	2.79E-03	2.79E-03	7.29E-02	NA

Utilisation des ressources	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation								Etape de fin de vie					Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système	
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge	Total C1-C4			
Utilisation de l'énergie primaire renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	1.05E+00	3.75E-02	1.72E+00	2.81E+00	5.98E-02	2.29E-02	8.27E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.89E+00	NA
Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	0.00E+00	0.00E+00	6.80E-07	6.80E-07	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.80E-07	NA
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables MJ PCI/UF	1.05E+00	3.75E-02	1.72E+00	2.81E+00	5.98E-02	2.29E-02	8.27E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.89E+00	NA
Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées comme matières premières MJ PCI/UF	2.32E+01	3.33E+00	6.10E+00	3.26E+01	4.73E+00	3.82E+00	8.55E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.12E+01	NA
Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées en tant que matières premières MJ PCI/UF	5.51E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.51E-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	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	5.51E-01	NA
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables MJ PCI/UF	2.38E+01	3.33E+00	6.10E+00	3.32E+01	4.73E+00	3.82E+00	8.55E+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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.17E+01	NA

Utilisation de matière secondaire kg/UF	5.71E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.71E-01	0.00E+00	6.88E-03	6.88E-03	0.00E+00	5.77E-01	NA															
Utilisation de combustibles secondaires renouvelables MJ PCI/UF	0.00E+00	NA																							
Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables MJ PCI/UF	0.00E+00	NA																							
Utilisation nette d'eau douce m ³ /UF	1.21E-02	5.43E-04	4.22E-03	1.68E-02	7.57E-04	3.24E-04	1.08E-03	0.00E+00	1.31E-05	1.31E-05	1.79E-02	NA													

Déchets	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation								Etape de fin de vie					Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système				
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge	Total C1-C4						
Déchets dangereux éliminés kg/UF	1.92E-01	2.02E-03	1.25E-01	3.19E-01	3.23E-03	2.37E-03	5.60E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.24E-01	NA
Déchets non dangereux éliminés kg/UF	1.33E+00	1.67E-01	3.50E-01	1.85E+00	2.07E-01	1.68E-02	2.24E-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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.24E-04	4.24E-04	2.07E+00	NA			
Déchets radioactifs éliminés kg/UF	1.24E-04	2.10E-05	1.81E-05	1.63E-04	2.94E-05	2.48E-05	5.42E-05	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	0.00E+00	4.45E-08	4.45E-08	2.17E-04	NA				

Flux sortants	Etape de production				Etape du processus de construction			Etape d'utilisation								Etape de fin de vie					Total Cycle de vie	D Bénéfices et charges au-delà des frontières du système				
	A1 Approvisionnement matière première	A2 Transport	A3 Fabrication	Total A1-A3	A4 Transport	A5 Installation	Total A4-A5	B1 Usage	B2 Maintenance	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Réhabilitation	B6 Utilisation de l'énergie	B7 Utilisation de l'eau	Total B1-B7	C1 Déconstruction/ démolition	C2 Transport	C3 Traitement des déchets	C4 Décharge	Total C1-C4						
Composants destinés à la réutilisation kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-03	1.00E-03	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-03	NA
Matériaux destinés au recyclage kg/UF	0.00E+00	0.00E+00	1.36E-01	1.36E-01	0.00E+00	1.52E-02	1.52E-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	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	1.51E-01	NA
Matériaux destinés à la récupération d'énergie kg/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA
Energie fournie à l'extérieur MJ PCI/UF	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	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	NA