

Avis Technique 14/08-1243

Annule et remplace l'Avis Technique 14/05-944

*Pompe à Chaleur (PAC) à
détente directe*

*Direct expansion Heat
Pump*

*Wärmepumpen mit
direktverdampfung*

Systeme Eco Pack Natura

Titulaire : Société France Géothermie
8, rue Paul Héroult
FR-38190 Villard-Bonnot

Tél. : (33) 04 76 45 96 40
Fax : (33) 04 76 45 05 80
E-mail : fgeo@france-geothermie.com
Internet : www.france-geothermie.com

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 14

Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires

Vu pour enregistrement le 5 septembre 2008



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 14 "Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires" de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 8 avril 2008, l'équipement de chauffage "Système Eco Pack Natura", constitué d'un module de puissance thermodynamique, d'un capteur enterré dans le sol extérieur, d'un plancher chauffant basse température, présenté par la société France Géothermie. Le Groupe Spécialisé n° 14 a formulé concernant cet équipement l'Avis Technique ci-après. Cet Avis Technique annule et remplace l'Avis Technique 14/05-944.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Système de chauffage thermodynamique par plancher chauffant basse température, destiné à être installé sur une installation neuve ou lors d'une réhabilitation lourde, il comporte :

- Un module de puissance thermodynamique regroupant l'ensemble des éléments d'une pompe à chaleur à l'exception des deux échangeurs. Il existe une gamme de 5 modèles, de l'Eco Pack Natura 2 à l'Eco Pack Natura 10, dont la puissance thermique est comprise entre 2 kW et 10 kW.
- Un capteur enterré dans le sol, à l'extérieur du bâtiment et représentant l'évaporateur de la pompe à chaleur.
- Un plancher chauffant basse température constituant le condenseur de la pompe à chaleur réalisé dans les conditions définies au paragraphe 2.1, c du Dossier Technique du demandeur.

Chaque module est commandé par un thermostat d'ambiance situé dans une zone représentative.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Conforme au domaine proposé : en habitat individuel ou petits collectifs et dans les locaux petits tertiaires et industriels, lorsque leur domaine d'activité ne présente pas d'incompatibilité avec le fluide frigorigène R-407C. Un seul module ne doit pas distribuer plus de deux niveaux.

2.2 Appréciation sur l'équipement

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur

Sécurité contre les risques d'incendie dans les ERP et les locaux de travail

Dans les établissements recevant du public la mise en œuvre du procédé "Système Eco Pack Natura" ne fait pas obstacle au respect des articles AM6 et CH35 paragraphe 2a du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public, (arrêté du 25 juin 1980 modifié).

L'utilisation du procédé "Système Eco Pack Natura" ne s'oppose pas au respect des exigences vis-à-vis des risques d'incendie dans les locaux de travail, telles que définies dans le code du travail.

Sécurité sanitaire

La charge maximale de fluide frigorigène devra respecter les limites indiquées dans l'annexe C, paragraphe C2.1 de la norme EN 378-1 en fonction du type d'occupation du bâtiment.

Stabilité

La stabilité chimique des composants du capteur extérieur et du plancher chauffant peut être considérée comme normalement assurée. Aucune brasure, hormis au collecteur et au distributeur, ne sera réalisée dans la dalle ou dans le sol.

Les tubes de cuivre enrobés de plastique sont protégés des problèmes d'oxydation et des phénomènes électrochimiques. Les raccordements brasés situés en sortie du boîtier de distribution sont placés dans un regard visitable. Ceci permet de contrôler lors des visites d'entretien l'état du collecteur et des brasures.

En conséquence, la stabilité chimique de ces brasures peut être considérée comme normalement assurée.

Sécurité électrique

Un modèle de groupe thermodynamique a été contrôlé et testé conformément à la norme NF EN 60335-2-40 de septembre 1994, conjointement à la norme NF EN 60335-1.

Les raccordements au réseau d'alimentation électrique et les vérifications et contrôles correspondant seront réalisés conformément aux prescriptions de la norme NF C 15-100.

Emploi du fluide frigorigène

Le fluide frigorigène utilisé, R-407A, appartient au groupe L1. Il est non inflammable et son effet toxique est nul ou faible.

Il fait partie des nouveaux fluides frigorigènes ayant une incidence faible sur l'environnement. Son classement ODP (action sur la couche d'ozone) est nul, le classement GWP (effet de serre) est de 1600 pour le R-407A, selon la norme NF EN 378-1.

Le matériel utilisé lors des diverses interventions doit répondre à la norme NF E 35-421.

Pour les installations contenant plus de 2 kg de fluide frigorigène, un contrôle annuel d'étanchéité, réalisé par un opérateur titulaire d'une attestation de capacité délivrée par un organisme agréé, est obligatoire selon le décret n°2007-737. C'est au "détenteur de l'équipement" de faire la demande auprès d'un professionnel qualifié. Pour les installations comportant plus de 3 kg, les attestations de contrôle doivent être gardées au moins 5 ans.

Equipements sous pression

Les installations, réalisées selon le Dossier Technique du demandeur, du fait du type de fluide, de la pression PS et du volume n'entrent pas dans le champ d'application de l'arrêté du 15/03/2000 relatif à l'exploitation et conformément à la directive 97/23/CE.

Performances thermiques nominales des groupes thermodynamiques

Les différents essais sont présentés dans le PV CETIAT N° 2414028/1.

Niveaux acoustiques maximaux des groupes thermodynamiques

Les niveaux de puissance acoustique mesurés en laboratoire sont compatibles avec les exigences sur les pompes à chaleur de type Eau/Eau (Norme NF E 38-103) qui sont des modèles comparables.

Réglementation thermique

Le procédé "Système Eco Pack Natura" permet de satisfaire au respect des exigences telles que définies la réglementation thermique en vigueur au moment de la mise en œuvre, relative "aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants" et "aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments".

2.2.2 Durabilité - fiabilité

2.2.2.1 Groupe thermodynamique

Depuis 1995, France Géothermie a acquis une expérience en matière de fabrication et de montage qui permet de préjuger favorablement de la durabilité et de la fiabilité des groupes thermodynamiques, sous réserve que la réalisation et le chargement de l'installation soient effectués conformément aux prescriptions définies dans le Dossier Technique du demandeur.

2.2.2.2 Capteur enterré

La nature du tube, en cuivre, revêtu d'un gainage plastique permet une bonne tenue à la corrosion.

Les soins pris pour la mise en place du capteur, ainsi que les contrôles effectués avant et après mise en place permettent de préjuger de la bonne tenue dans le temps du capteur enterré.

2.2.2.3 Plancher chauffant

La nature du tube, en cuivre, revêtu d'un gainage permet une bonne tenue à la corrosion.

Les soins pris pour la mise en place du plancher chauffant, ainsi que les contrôles effectués avant et après mise en place permettent de préjuger de la bonne tenue dans le temps des tubes.

2.2.2.4 Appréciation générale

La durabilité de l'ensemble peut-être considérée comme satisfaisante.

2.23 Aptitude à l'emploi

2.231 Protection du capteur enterré contre l'écrasement

La profondeur optimale d'enfouissement se situe entre 60 cm et 70 cm. Dans ces conditions, le tube de cuivre utilisé résiste de manière satisfaisante au poids de la terre se trouvant au-dessus. La résistance est donc d'autant meilleure que le capteur se trouve sous pression de fluide frigorigène en fonctionnement.

2.232 Emplacement du capteur enterré

Le capteur récupère la chaleur du sol et ce d'autant mieux que le sol est humide. En conséquence, le pourcentage de zone imperméabilisée (allée par exemple) situé au-dessus de la zone de captage ne doit pas excéder 10% de celle-ci.

2.233 Protection du plancher chauffant contre l'écrasement

Le tube de cuivre est noyé dans la dalle alors qu'il est sous pression d'azote. Dans ces conditions, le tube de cuivre utilisé résiste de manière satisfaisante au risque d'écrasement, même au cours des travaux de coulage de la dalle.

2.234 Mise en place du plancher chauffant

La mise en place se fait conformément aux prescriptions du DTU 65.14 (planchers chauffants à eau chaude), sauf pour ce qui dépend explicitement de la nature du tube et du fluide caloporteur.

Pour des planchers chauffants dont la mise en œuvre n'est pas retenue dans le DTU 65.14 (enrobage des tubes dans une chape à base d'anhydrite ou dans une chape fluide base ciment), on assimilera la nature du tube gainé à un tube en matière plastique. La mise en œuvre s'effectuera alors en conformité avec les Avis Techniques existants sur le type de chape correspondant.

2.235 Protection de la dalle contre les surchauffes

Dans les bâtiments d'habitation, de bureau ou recevant du public, les planchers chauffants doivent être conçus et installés de façon à ce que, dans les conditions de base, la température de surface des sols finis ne puisse dépasser 28°C en aucun point (article 35.2 de l'arrêté du 23 juin 1978).

Le calcul du pas de pose permet de ne pas dépasser 90 W/m², valeur limite permettant de rester en dessous de 28°C.

En complément, le désurchauffeur placé en sortie de compresseur, permet l'arrivée des gaz dans le plancher à une température compatible avec cette exigence. Il évite la dégradation des matériaux constituant la dalle. Le pressostat haute pression coupe à 21 bars ce qui correspond à une température de condensation proche de 49°C.

2.236 Protection des tubes cuivre après leur installation

Les tubes en cuivre intérieurs et extérieurs sont repérés de manière précise sur un plan de recollement remis à l'utilisateur. Une étiquette placée sur l'armoire technique rappelle la présence des serpentins internes et externes.

Le capteur est repéré physiquement par un recouvrement en treillis plastifié, à environ 30 cm au-dessus de sa position d'enfouissement. Le treillis plastifié débordera la surface de captage d'au moins 40 cm sur la périphérie.

2.237 Performances thermiques

Le maintien dans le temps des performances thermiques du système semble convenablement assuré. Il n'existe pas pour ce système de risque de blocage thermique, la puissance fournie par la pompe à chaleur passant par un maximum et décroissant ensuite avec l'augmentation de température de condensation.

2.238 Protection des composants hors du domaine d'utilisation

La présence d'organes de sécurité tels que disjoncteur différentiel, sécurité interne du compresseur, pressostats haute et basse pression permet d'assurer une protection des composants essentiels.

2.24 Informations utiles complémentaires

Remplacement des éléments en œuvre

En cas de défaillance d'un module, celui-ci est réparable sur site. En cas de fuite ou de percement sur un capteur, il est possible soit de colmater cette fuite (si elle n'est pas trop importante), soit de changer totalement le capteur en cause. Dans ce dernier cas, cela nécessite le déblaiement de la zone de captage. Pour le plancher chauffant, en cas de percement de celui-ci, il est aussi possible, bien que cela soit plus complexe de réparer la fuite. Dans tous les cas, il faut faire intervenir du personnel qualifié.

2.25 Fabrication

Les principaux éléments de la pompe à chaleur sont préparés en usine, chez France Géothermie à Villard-Bonnot. La fabrication fait appel à des techniques classiques de fabrication et de contrôles, incluant les précautions usuelles concernant l'assemblage de circuits frigorifiques. Les contrôles systématiques effectués permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication.

2.26 Mise en œuvre

Le mode de mise en œuvre, tel que décrit dans le Dossier Technique, ne pose pas de difficultés particulières, pour une entreprise de génie climatique qualifiée ou ayant reçu une formation auprès de la société France Géothermie, sur les techniques de pose de ce procédé.

Les entreprises ayant à travailler sur ces systèmes doivent obtenir une attestation préfectorale (loi n°75.633 du 15/7/1975, décret n°92.1271 du 7/12/1992 et arrêté interministériel du 10/2/1993 relatif à la récupération des fluides frigorigènes).

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions particulières au plancher chauffant

En application de la réglementation thermique en vigueur "aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants" et "aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments", il convient de tenir compte pour le calcul du coefficient C, des pertes au dos des émetteurs intégrés au bâti en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé. Le mode de calcul de ces pertes est donné à l'article 10.1 des Règles de calcul Th C.

2.32 Isolant sous chape

Dans le cadre de l'exécution d'un plancher chauffant en dalle désolidarisée isolée, les isolants doivent être de classe SC1 a ou b Ch ou SC2 a Ch au sens du paragraphe 4.2 de la norme NF P 61-203 (Référence DTU 26.2 / 52.1).

La valeur minimum de la résistance thermique de la couche isolante, support de la chape ou de la dalle d'enrobage des tubes de circulation du fluide caloporteur du plancher chauffant doit être conforme aux réglementations thermiques relatives :

- aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants,
- aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

Elles précisent également que chaque paroi d'un local chauffé, donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire, un parking collectif, un comble ou le sol doit présenter une isolation thermique minimale. Il convient donc dans certains cas d'apporter un complément d'isolation de manière à respecter les valeurs seuils du coefficient de transmission thermique U (exprimé en W/m²K) du plancher, imposées par le règlement. Le mode de calcul de ce coefficient U est défini dans les règles de calcul Th bât Th-U.

Dans le cas de planchers intermédiaires entre niveaux chauffés la résistance thermique minimale sera de 0,75 m²K/W.

2.33 Prescriptions particulières au capteur enterré

Le prélèvement maximal journalier est fonction de la nature du terrain (humidité principalement), mais ne devra pas dépasser 1000 Wh/m² de surface de captage (40 W/m² en puissance moyenne journalière) et 360 Wh/m linéaire de tube (15 W/m en puissance moyenne journalière). Si l'on dépasse ces valeurs, il faudra que cela soit justifié en fonction notamment de la profondeur d'enterrement, la nature du terrain et le taux d'imperméabilisation. Un espacement de 40 cm entre les tubes permet de respecter cette limite. Les tubes seront posés sur un seul niveau et à la même profondeur.

Dès lors que la grosseur des pierres est supérieure à 100 cm³ ou que la densité de pierre est supérieure à 20% du volume de terre, un lit de sable devra être mis en place.

Les canalisations d'eau (eaux usées ou eaux froides) doivent être éloignées d'au moins 2 m des tubes du capteur, afin d'éviter toute prise en glace.

Au passage du mur et jusqu'à la bouteille tampon, les tubes du capteur doivent être isolés. Le passage du mur, après pose de tous les tubes, doit être rendu étanche pour éviter toute infiltration d'eau vers la demeure.

La zone de captage proprement dite ne doit pas débiter à moins d'un mètre du mur extérieur ou d'un mur de clôture.

Aucun arbre ne sera planté au-dessus de la surface de captage.

2.34 Prescriptions particulières au groupe thermodynamique

La mise en service du groupe thermodynamique s'effectuera en conformité avec les notices intitulées : " Notice d'installation Capteur et Plancher Eco Pack Natura" et "Notice d'installation Eco Pack Natura".

Le temps moyen de tirage au vide est de 20 minutes par couronne (capteur ou plancher chauffant). Ces limites visent à éliminer les traces d'humidité dans les circuits frigorifiques.

En habitat collectif, l'alimentation électrique des groupes thermodynamiques se fera à partir des tableaux individuels des usagers pour éviter les risques d'électrocution lors de travaux à l'intérieur du domicile.

Conclusions

Appréciation globale

Si les dispositions définies ci-avant sont respectées, l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté fait l'objet d'une appréciation favorable.

Validité

30 avril 2012

Pour le Groupe Spécialisé n°
Le Président
A. DUIGOU

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Présentation

1.1 Dénomination commerciale

La société France Géothermie commercialise, sous le nom Eco Pack Natura, un système de chauffage par plancher(s) chauffant(s) composé d'un ou plusieurs modules de puissance en fonction des déperditions du ou des locaux à chauffer. Chaque module puissance est raccordé à :

- un évaporateur (que nous appellerons le capteur) enterré à l'extérieur du bâtiment,
- un condenseur noyé dans la dalle du ou des locaux à chauffer, ou de la zone à chauffer.

Le principe de fonctionnement du système Eco Pack Natura correspond à celui d'une pompe à chaleur classique (cycle à compression mécanique de vapeur) (Voir figure 1 : Schéma de principe).

1.2 Domaine d'emploi

Le système Eco Pack Natura est principalement destiné au chauffage de l'habitat individuel, aux locaux industriels et tertiaires.

2. Caractéristiques générales

2.1 Principe

Le système de chauffage Eco Pack Natura se compose :

a) d'un module puissance (ou générateur) composé des éléments suivants :

- un compresseur frigorifique hermétique,
- un détendeur thermostatique,
- un filtre déshydrateur et antiacide,
- une bouteille liquide,
- une bouteille anti-coup de liquide placée à l'aspiration du compresseur, faisant aussi office de désurchauffeur et de silencieux de refoulement et permettant de limiter la température en entrée condenseur et de plancher,
- deux tubes frigorifiques antivibratils placés au refoulement et à l'aspiration du compresseur, permettant de réduire les vibrations transmises par le compresseur aux tubes frigorifiques,
- d'un pressostat basse pression,
- d'un pressostat haute pression,
- des éléments électriques destinés à l'alimentation électrique du compresseur ainsi que des organes de commande associés à cette option.

Ces éléments sont installés dans une armoire constituée d'une carrosserie en tôle d'acier revêtue d'une peinture époxy cuite au four et doublée d'une mousse isophonique de type Bultex, le tout reposant sur des plots antivibratils.

b) d'un capteur enterré à l'extérieur des locaux, constituant l'évaporateur de la pompe à chaleur.

Ce capteur se compose d'un certain nombre de couronnes en fonction de la puissance nominale du module puissance.

Chaque couronne est raccordée à un distributeur et un collecteur.

Le tube frigorifique en cuivre frigorifique constitutif des couronnes est recouvert d'une gaine en polyéthylène extrudé afin d'assurer une protection contre la corrosion. Les couronnes sont disposées horizontalement entre 60 cm et 70 cm de profondeur.

c) d'un plancher chauffant basse température, constituant le condenseur de la pompe à chaleur, composé d'un certain nombre de couronnes en fonction de la puissance à dissiper.

Les couronnes sont composées d'un tube cuivre frigorifique recouvert d'une gaine en polyéthylène extrudé afin d'assurer une protection contre la corrosion.

Ces couronnes sont enrobées dans :

- une dalle flottante armée en béton ou en mortier suivant les prescriptions définies dans le DTU 65.14,
- ou dans une chape de type anhydrite faisant l'objet d'un Avis Technique favorable pour un tel emploi,
- ou dans une chape fluide base ciment faisant l'objet d'un Avis Technique favorable pour un tel emploi.

2.2 Module de puissance

2.2.1 Caractéristiques générales

La gamme se compose de 4 modèles dont les caractéristiques techniques figurent au tableau 1 en annexe.

Eco Pack Natura	2	3	5	8	10
Poids à la livraison					
- brut (kg)	45	53	61	63	67
- net (kg)	38	46	54	56	60
Dimensions hors tout :					
- hauteur (m)			0,60		
- largeur (m)			0,35		
- profondeur (m)			0,55		

2.2.2 Principaux composants

a) Compresseur

Les compresseurs utilisés pour les 5 modules de puissance sont des compresseurs hermétiques. Ils sont du type "scroll" pour les modèles 3 à 10 et du type "à piston" pour le modèle 2. Ils sont alimentés en monophasé :

220/240V - 1~ - 50 Hz

Ces compresseurs (un par module) sont montés sur quatre plots antivibratils (Silentbloks) afin de limiter les vibrations transmises au châssis du système Eco Pack Natura et aux tubes frigorifiques.

b) Détendeur

Les détendeurs utilisés pour les 5 modules puissance sont du type thermostatique à égalisation externe. Leur dimensionnement est fonction de la puissance du module puissance.

2.2.3 Fabrication

Les composants des modules puissance, assemblés dans l'usine de France Géothermie située à Villard-Bonnot (38), sont connectés entre eux par du tube cuivre de qualité frigorifique de 1 mm d'épaisseur. La brasure utilisée a une teneur en argent de 40 %. Toutes les parties assemblées sont soufflées à l'azote.

L'étanchéité de l'ensemble est contrôlée au niveau de toutes les soudures, sous une pression d'azote sec de 15 bars relatifs, par vaporisation d'un produit moussant et par vérification de la non-diminution de la pression du circuit sur une durée minimale de 48 h. Des contrôles sont aussi effectués avant emballage sur quelques modules puissance (1 sur 10).

Un système de qualité est déployé au niveau de la production, garantissant une qualité constante des produits.

2.2.4 Huile de lubrification

L'huile introduite par le constructeur du compresseur est de type polyoester (POE), le fluide frigorigène utilisé (R-407C) n'étant pas compatible avec une huile minérale.

2.3 Le capteur (évaporateur)

2.3.1 Caractéristiques

L'évaporateur se compose d'un ensemble de couronnes en tube cuivre gainé qui se rejoignent sur un distributeur et un collecteur.

Le nombre de couronnes varie en fonction de la puissance frigorifique à récupérer.

Eco Pack Natura	2	3	5	8	10
Nombre de couronnes extérieures	2	3	5	7	9

Les couronnes sont en cuivre d'épaisseur 0,4 mm à 0,6 mm et de diamètre extérieur 9,52 mm. Leur longueur est de 60 m.

Le tube cuivre recuit est fabriqué selon la norme NF A 51-123.

2.3.2 Gainage

Le gainage en matière plastique de type polyéthylène haute densité PEHD est effectué chez le fabricant, à partir de couronnes de cuivre trancannées sans discontinuité.

Une injection d'encre permet d'avoir un repère métrique sur la couronne, ainsi que la date de fabrication et le nom de la société.

2.3.3 Contrôle

Les couronnes gainées sont découpées et remplies d'azote à 25 bars. Le remplissage est contrôlé par le fabricant avec un manomètre ayant une précision de 1 %.

Lors du stockage en magasin, les couronnes sont de nouveau contrôlées avec le même type de manomètre.

L'intervalle entre ces deux contrôles est au minimum de 72 heures.

2.4 Le plancher (condenseur)

2.4.1 Caractéristiques

Le condenseur est constitué de couronnes en tube cuivre gainé qui se rejoignent sur un distributeur et un collecteur.

Le nombre de couronnes varie en fonction de la puissance calorifique fournie par le générateur.

Eco Pack Natura	2	3	5	8	10
Nombre de couronnes intérieures	1	2	3	5	7

Les couronnes sont en cuivre d'épaisseur 0,4 mm à 0,6 mm et de diamètre extérieur 9,52 mm leur longueur est de 80 m.

Le tube cuivre recuit est fabriqué selon la norme NF A 51-123.

2.4.2 Gainage

Le gainage en matière plastique de type polyéthylène haute densité PEHD est effectué chez le fabricant, à partir de couronnes de cuivre trancannées sans discontinuité.

Une injection d'encre permet d'avoir un repère métrique sur la couronne, ainsi que la date de fabrication et le nom de la société.

2.4.3 Contrôle

Les couronnes gainées sont découpées et remplies d'azote à 25 bars. Le remplissage est contrôlé par le fabricant avec un manomètre ayant une précision de 1 %.

Lors du stockage en magasin, les couronnes sont de nouveau contrôlées avec le même type de manomètre.

L'intervalle entre ces deux contrôles est au minimum de 72 heures.

2.5 Les distributeurs et collecteurs

2.5.1 Fonction

Le capteur et le plancher sont composés de plusieurs couronnes reliées entre elles par des distributeurs (départ du fluide) et des collecteurs (retour du fluide).

Les distributeurs et collecteurs permettent d'alimenter uniformément les couronnes du plancher et du capteur.

Leur forme favorise les retours d'huile, au compresseur, essentielle au bon fonctionnement de celui-ci.

2.5.2 Fabrication

Les distributeurs et collecteur, dessinés par France Géothermie, sont fabriqués par des sociétés extérieures d'après les directives de France Géothermie.

Ils sont composés d'un corps creux soudé avec un répartiteur en laiton. Des tubes en cuivre frigorifique de 9,52 mm de diamètre sont ensuite brasés à 40 % d'argent sur le répartiteur.

Les distributeurs et les collecteurs sont des pièces identiques.

Les distributeurs et collecteurs sont éprouvés, chez le fabricant, sous pression, dans un bain d'eau.

2.6 Fluide frigorigène

Le fluide frigorigène utilisé pour le système décrit est un Hydro Fluoro Carbone ou HFC, référencé par l'ASHRAE sous le nom de R-407C.

Le R-407C est ininflammable dans l'air et son utilisation n'appelle aucune remarque particulière. Ne contenant pas de molécule de chlore, il n'a pas d'effet sur la couche d'ozone (ODP = 0).

La charge en fluide frigorigène varie entre 1,5 kg et 9,5 kg en fonction de la longueur des tubes du capteur et du plancher ainsi que des liaisons entre le module puissance et les distributeurs et les collecteurs.

2.7 Organes de contrôle et de sécurité

2.7.1 Composants

Sur le tableau électrique des modules puissance, sont installés :

- un contacteur ou un démarreur progressif,
- un disjoncteur de commande,
- un disjoncteur de puissance,
- un condensateur fourni par le fabricant du compresseur,
- une temporisation.

Les informations des pressostats basse et haute pression sont couplées avec celles du thermostat d'ambiance, autorisant ou non le fonctionnement du compresseur.

Les schémas électriques des différents modèles sont indiqués dans les figures 5, 6 et 7.

2.7.2 Raccordement électrique

L'alimentation électrique du module puissance est prévue pour une tension 220/240, sous une fréquence de 50 Hz.

Le raccordement, entre le module puissance et l'armoire électrique de l'habitation, est réalisé par un câble 3 conducteurs (phase, neutre et terre) de 2,5 mm² par conducteur.

2.8 Étiquetage

Sur le module puissance est apposée une étiquette précisant les informations suivantes :

- Nom et adresse du constructeur – FRANCE GÉOTHERMIE,
- Modèle de l'appareil,
- Numéro de série,
- Puissance thermique,
- Puissance électrique,
- Intensité,
- Fréquence,
- Tension,
- Quantité de fluide,
- Type de fluide,
- Indice de protection contre l'humidité.

2.9 Régulation

Le module puissance est piloté par un thermostat d'ambiance agissant en mode tout ou rien sur le compresseur, compatible avec les exigences réglementaires.

France Géothermie fournit un thermostat d'ambiance, mais il est possible d'utiliser un thermostat différent. Il pourra être soit mécanique, soit électronique mais devra être marqué CE et posséder un contact supportant le 230V.

3. Mise en œuvre

3.1 Généralité

La mise en œuvre du système Eco Pack Natura s'effectue par les concessionnaires ou partenaires de France Géothermie. Toutes les personnes qui installent ce système sont qualifiées et ont suivi une formation au siège de France Géothermie. Ils sont munis de document expliquant la pose du plancher et du capteur, ainsi que la mise en service du système Eco Pack Natura.

3.2 Installation du plancher chauffant

3.2.1 Mise en œuvre

L'installation des serpentins s'effectue selon les mêmes règles qu'un plancher chauffant traditionnel à eau chaude (à l'exception de la nature des tubes et du fluide circulant dans les tubes) d'après les textes suivants :

- DTU 65.14 : "exécution de planchers chauffants à eau chaude",

- Avis Techniques, si le type de chape n'entre pas dans le champ du plancher chauffant traditionnel (cas des chapes anhydrites et chapes fluides base ciment).

3.22 Etude d'implantation

Les études d'implantations effectuées par le bureau d'études de France Géothermie commencent par un dimensionnement pièce par pièce.

Cette étude thermique va permettre avec un logiciel développé par France Géothermie de déterminer ensuite la longueur et le pas nécessaire dans chaque pièce tout en évitant de dépasser un flux surfacique de chaleur de 90 W/m et une température de sol supérieure à 28 °C.

Un schéma d'implantation à l'échelle permet de situer précisément l'implantation du capteur par rapport aux cloisons du logement. Ce schéma est fourni au client, à l'architecte et au terrassier.

3.23 Enrobage des tubes

Les serpentins (condenseur) sont recouverts et noyés dans une chape flottante en respectant le DTU 65.14 paragraphe 4.1.

Lors du coulage de la dalle, les tubes du condenseur sont toujours sous pression d'azote à 25 bars. Le maintien en pression évite l'écrasement du tube et permet de contrôler son étanchéité.

3.3 Installation du capteur

3.31 Décaissement

La surface totale à décaisser est déterminée par l'étude en fonction de la puissance du générateur.

L'emplacement des tubes doit être sur un seul niveau et on autorise une légère pente (20% au maximum, soit 2 m par 10 m linéaire).

Lorsque le terrain est composé de pierres, il faut ajouter un lit de sable de 10 cm d'épaisseur afin de protéger les tubes.

La profondeur du décaissement doit se situer entre 60 cm et 70 cm.

3.32 Réservations

La liaison entre le capteur et le générateur (à l'intérieur de l'habitation) impose une réservation dans un mur extérieur comme l'indiquent les figures 2 et 3 situées en annexe.

3.33 Pose

Les couronnes sous pression d'azote à 25 bars sont déroulées et collectées dans un regard visitable.

Les tubes doivent se tenir à une distance minimale de 2 mètres des alimentations d'eau, des eaux pluviales et des eaux usées.

Chaque couronne occupe une surface de 25 m², soit un pas de pose de 40 cm. Une pose avec un pas plus petit doit recevoir l'accord de France Géothermie.

Lorsque le terrain est en pente, on effectue des pièges à huile sur chaque couronne tous les 1,5 m de dénivelé.

Le maintien du tube au sol est assuré soit par des cavaliers soit par des mottes de terre.

Les couronnes sont ensuite vidées puis raccordées dans le regard à un distributeur (départ) et un collecteur (retour).

De ces ensembles partent les liaisons isolées jusqu'au générateur :

- de diamètre 5/8" pour le départ en tube cuivre frigorifique d'épaisseur 1 mm,
- de diamètre 3/4" pour le retour en tube cuivre frigorifique d'épaisseur 1 mm.

Tous ces ensembles sont brasés à 40 % d'argent et le tout est mis en pression d'azote à 20 bars.

L'isolant utilisé est du type isolant à base d'élastomère cellulaire synthétique à cellule fermée. Fabriqué sans CFC et sans amiante, il n'a pas d'impact sur la couche d'ozone. L'épaisseur minimum est de 6 mm.

3.34 Remblaiement

Le remblaiement s'effectue avec prudence avec la terre décaissée en ôtant les plus grosses pierres.

Un treillis plastifié de couleur jaune ou blanche sera mis en place au dessus du capteur. Une première couche de terre de 30 cm minimum sera déposée au dessus des tubes, puis le treillis sera déroulé sur s'ensemble du captage. Il devra déborder de 40 cm sur la périphérie de cette surface de captage. Enfin, le treillis sera recouvert d'une autre couche de terre de 30 cm.

Un schéma d'implantation à l'échelle permet de délimiter exactement l'implantation du capteur par rapport à l'implantation de la maison ou des bornes du cadastre. Ce schéma est fourni au client, à l'architecte et au terrassier.

3.4 Mise en place du générateur

Le générateur est positionné dans le garage ou en sous-sol, à l'écart des zones de vie.

Le raccordement du générateur aux liaisons desservant les distributeurs et collecteurs du plancher et du capteur est réalisé avec de la brasure ayant une teneur en argent de 40 %.

L'étanchéité de l'installation est vérifiée par une mise en pression d'azote sec (20 bars).

Les temps de tirages au vide sont de 20 minutes par couronnes extérieures soit :

Eco Pack Natura	2	3	5	8	10
Temps de tirage au vide	40 min	1 h	1 h 40	2 h 20	3 h

Il faut impérativement charger l'installation (module puissance + capteur + plancher) en phase liquide. La charge doit s'effectuer par le biais d'un manifold et d'une balance qui permettra de noter la quantité exacte de fluide utilisée pour l'installation.

En premier lieu, il est nécessaire d'ouvrir complètement le détendeur et de raccorder l'un des flexible du manifold sur la sur la vanne Schrader, située après le détendeur et un autre sur la bouteille de charge, conformément aux indications de la "Notice d'installation Eco Pack Natura".

Réaliser une précharge de fluide (cf. Notice d'installation Eco Pack Natura).

Mettre en route le générateur (cf. Notice d'installation Eco Pack Natura). Contrôler la pression d'aspiration et compléter la charge afin d'atteindre une pression de 2,2 bars relatif en aspiration. On contrôlera la présence de bulle au voyant liquide.

Affiner la charge jusqu'à obtenir une pression à l'aspiration de 2,5 bars relatif et laisser le compresseur en marche pendant un minimum de 30 minutes.

Ensuite régler le détendeur et compléter la charge afin d'obtenir une surchauffe de 8 à 10 K en aspiration, en contrôlant la quasi disparition de bulle au voyant liquide.

Les charges moyennes données à titre indicatif sont les suivantes :

Eco Pack Natura	2	3	5	8	10
Charge moyenne (kg)	1,7	2,9	4,8	7,5	9,1

4. Installation électrique

L'installation de l'Eco Pack Natura s'effectue selon la norme NF-C15-100.

Le générateur est équipé de deux disjoncteurs :

- un disjoncteur pour la partie commande,
- un disjoncteur pour la partie puissance.

La partie électrique située à l'intérieur du générateur est conforme aux prescriptions de la norme NF EN 60335-2-40.

Le compresseur est équipé d'un condensateur permanent, fourni par le constructeur du compresseur, et d'une sécurité interne "Klixon".

L'alimentation du générateur est tirée et protégée en tête par l'électricien. Il lui incombe de dimensionner et protéger cette alimentation en fonction de la puissance absorbée de l'Eco Pack Natura.

Les figures 4 et 5 et 6, en annexe, montrent le principe de fonctionnement et des schémas types d'alimentation électrique.

5. Mise en service

Le technicien mettant en service le système Eco Pack Natura dispose d'une "Notice d'installation Eco Pack Natura".

5.1 Contrôle

Avant chaque étape de raccordements frigorifiques, le technicien contrôle l'étanchéité du circuit.

Il doit ensuite contrôler la partie électrique : section du câble et câblage du compteur.

Lorsque l'installation fonctionne, le technicien contrôle la tension (éventuellement au démarrage) et l'intensité.

Il contrôle aussi sur la partie frigorifique les valeurs suivantes :

- la pression d'évaporation,
- la température d'évaporation,
- la pression de refoulement,
- la température liquide avant détente.

5.2 Mise en route

Le générateur, alimenté en électricité, est mis en route en positionnant l'interrupteur sur 1.

Le voyant de tension s'allume.

En augmentant la consigne du thermostat afin qu'il soit en demande, le technicien s'assure que le compresseur du générateur démarre au bout de 20 minutes du fait de la temporisation équipant le système Eco Pack Natura.

Si cette temporisation est diminuée afin de réduire le temps d'installation, le technicien doit la remettre à 20 minutes.

6. Documents techniques

6.1 Remis aux concessionnaires, installateurs

Les deux documents dont dispose le technicien chargé de l'installation et de la mise en route du système Eco Pack Natura sont :

- une "Notice d'installation Capteur et Plancher Eco Pack Natura",
- une "Notice d'installation Eco Pack Natura".

6.2 Remis à l'utilisateur

Dès le commencement de son installation, l'utilisateur reçoit une étude d'implantation complète et personnalisée du système Eco Pack Natura.

Lorsque l'installation est terminée, il reçoit une "Notice d'utilisation de votre Eco Pack Natura" et le schéma électrique du générateur.

7. Garanties

Le générateur du système Eco pack Natura est garanti deux ans pièce et main d'œuvre.

Les tubes enterrés à l'extérieur ainsi que ceux encastrés en dalle sont couverts par une garantie de 10 ans à compter de la date de réception des travaux par le maître d'ouvrage.

B. Résultats expérimentaux

Les essais thermiques, acoustiques et électriques ont été réalisés par le CETIAT et sont présentés dans les rapports d'essais :

Thermique et acoustique	N° 2414028/1
Sécurité électrique	N° 2414028/2

Seul le modèle Eco Pack Natura 8 a été testé.

Essais thermiques

Les normes habituelles portant sur les essais de détermination des performances thermiques de pompes à chaleur ne peuvent pas s'appliquer au système Eco Pack Natura, du fait de l'absence de fluide intermédiaire.

Les conditions d'essais sont les suivantes :

Conditions	Nominales	Limites
Température d'évaporation	-5 °C	-10 °C
Température de condensation	35 °C	40 °C

La température d'évaporation est définie comme la température de rosée à la pression d'aspiration.

La température de condensation est définie comme la température de bulle à la pression de refoulement.

Essais acoustiques

Les essais acoustiques ont été réalisés conformément à la norme NF EN ISO 3741 d'août 2000. Le niveau sonore atteint est compatible avec la réglementation acoustique.

Essais électriques

Les essais de sécurité électrique ont été réalisés conformément aux normes NF-EN 60335-2-40 conjointement à la norme NF EN 60335-1 et ses amendements.

Ces essais ont permis de conclure que l'Eco Pack Natura 8 est conforme à la Directive Basse Tension et peut posséder le marquage CE.

C. Références

La société France Géothermie a installé près de 600 installations de type fluide/fluide (ou sol/sol) depuis 1995.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 - Caractéristiques techniques Eco Pack Natura R-407C

MODELES	2	3	5	8	10
Puissance absorbée constructeur (W)	620	1020	1660	2320	2770
Puissance restituée (W) – point nominal	1930	3760	5990	8390	10300
Intensité nominale (A)	3,12	4,3	7,0	9,7	12,6
Tension (V)	230	230	230	230	230
Nombre de compresseur(s)	1	1	1	1	1
Surface de captage mini (m²)	39	74	117	164	202

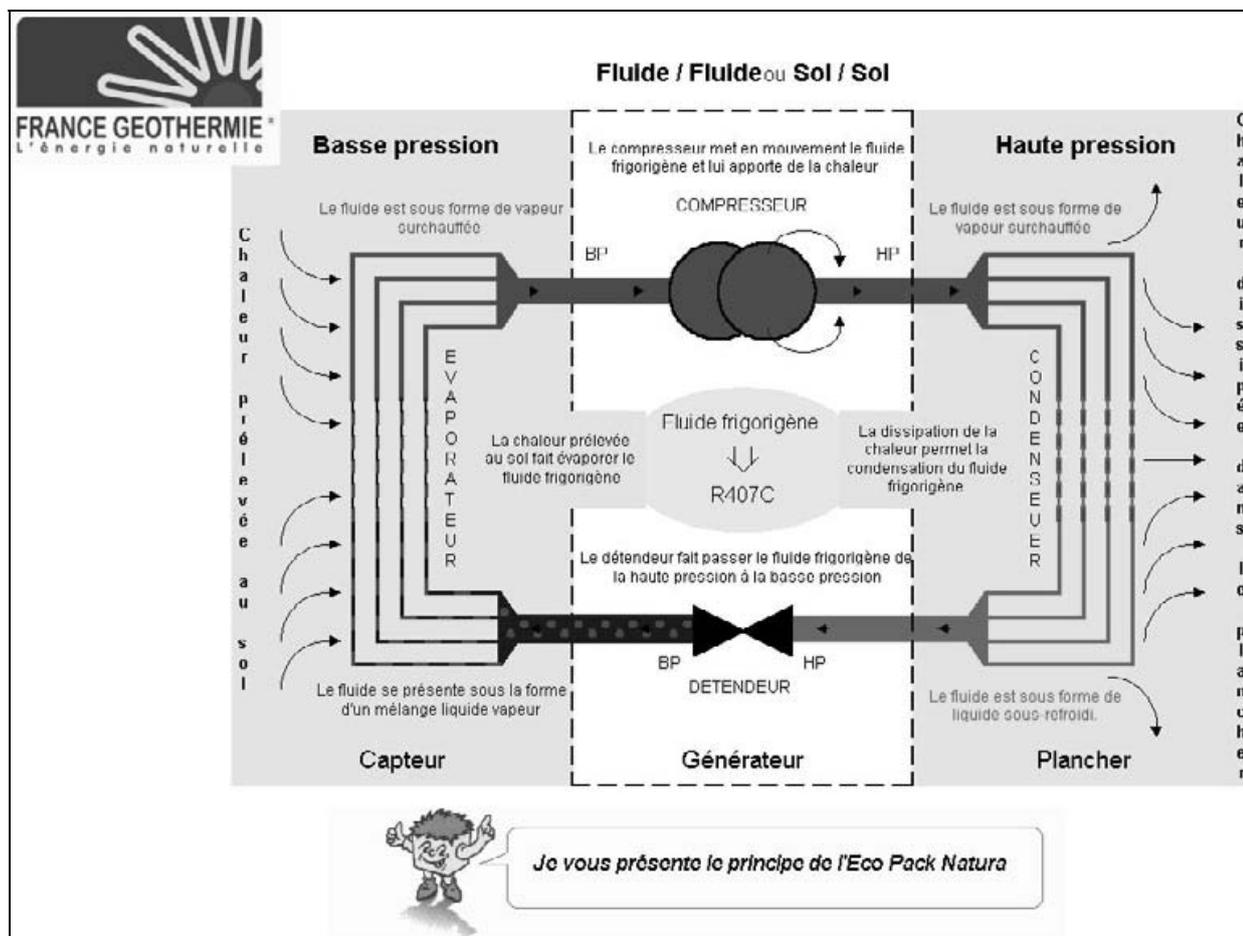
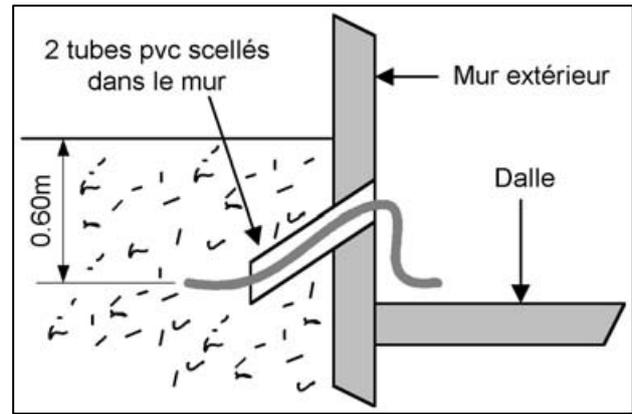
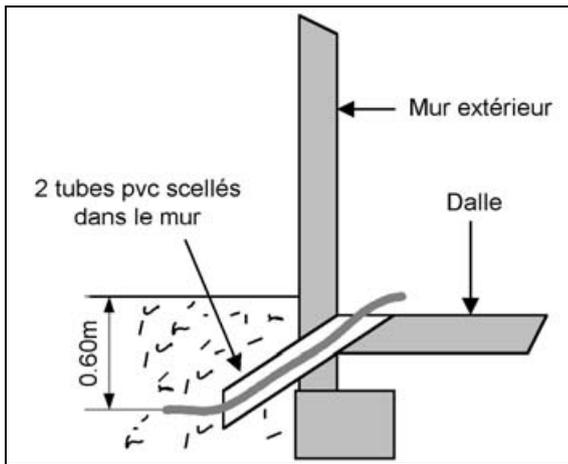


Figure 1 - Schéma du principe Eco Pack Natura



Figures 2 et 3 - Schémas de réservation

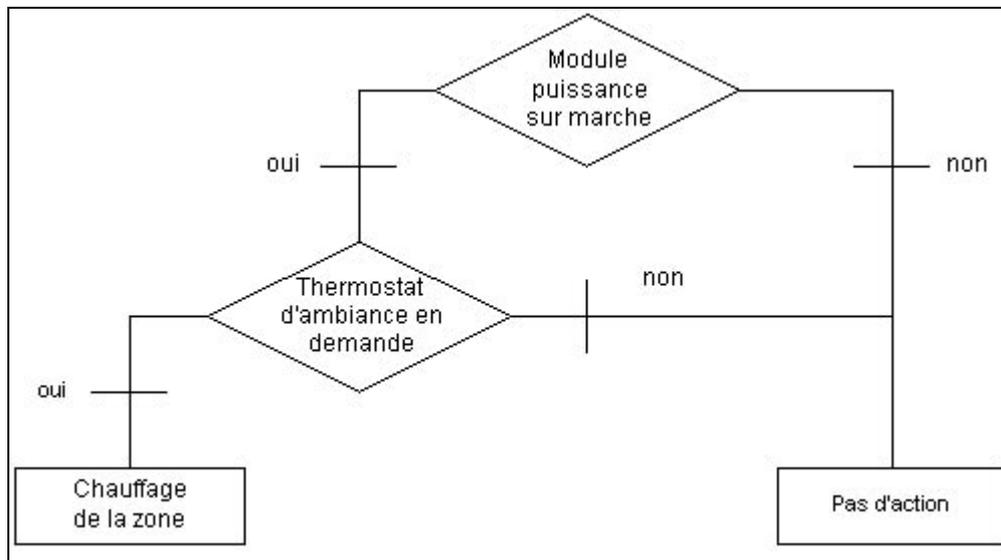


Figure 4 - Schéma de fonctionnement

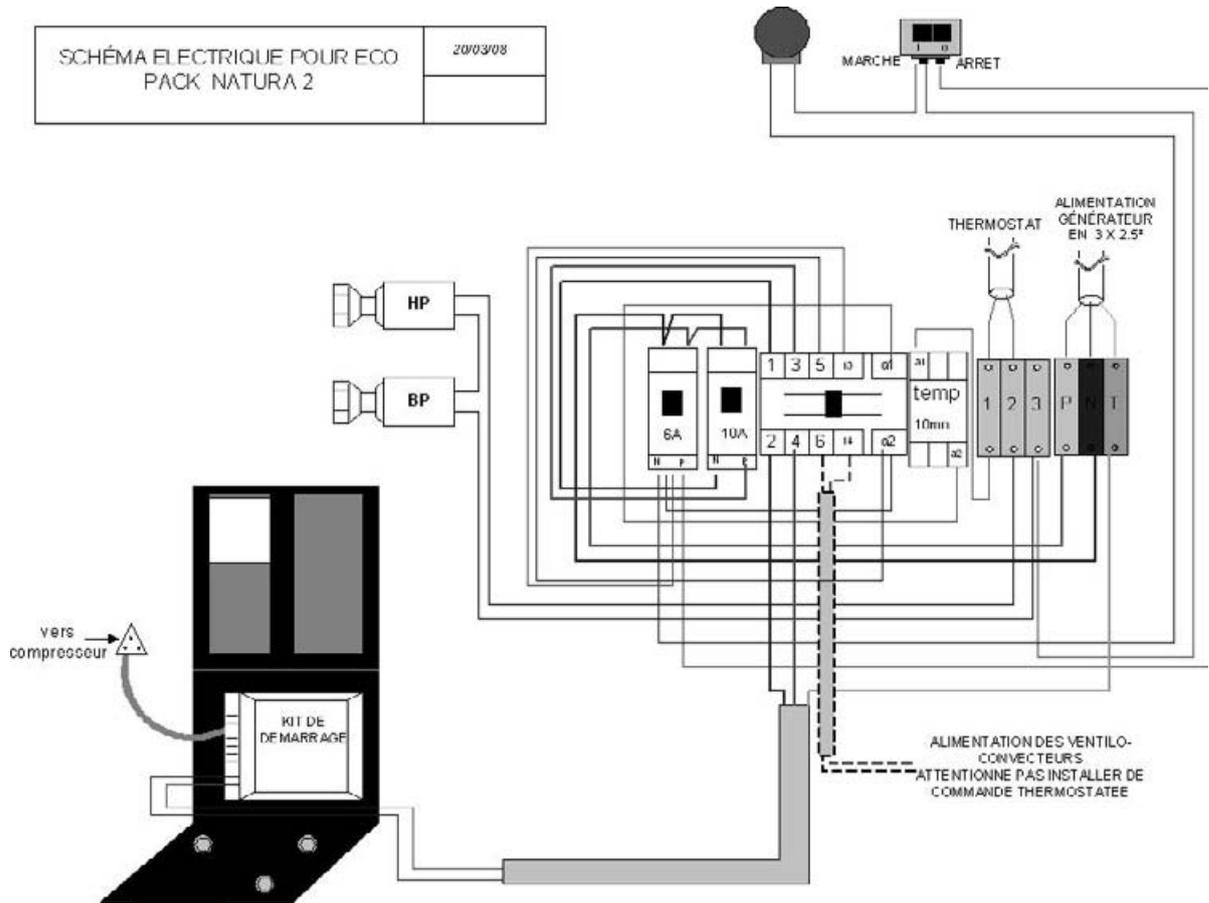


Figure 5 - Schéma électrique de principe d'un modèle Eco Pack Natura 2

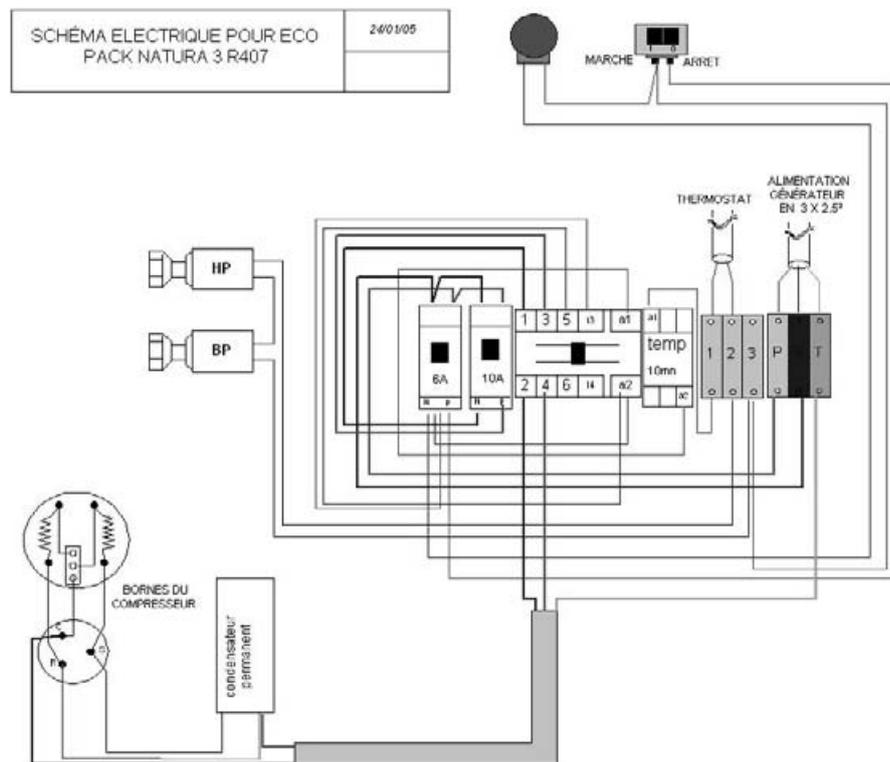


Figure 6 - Schéma électrique de principe d'un modèle Eco Pack Natura 3

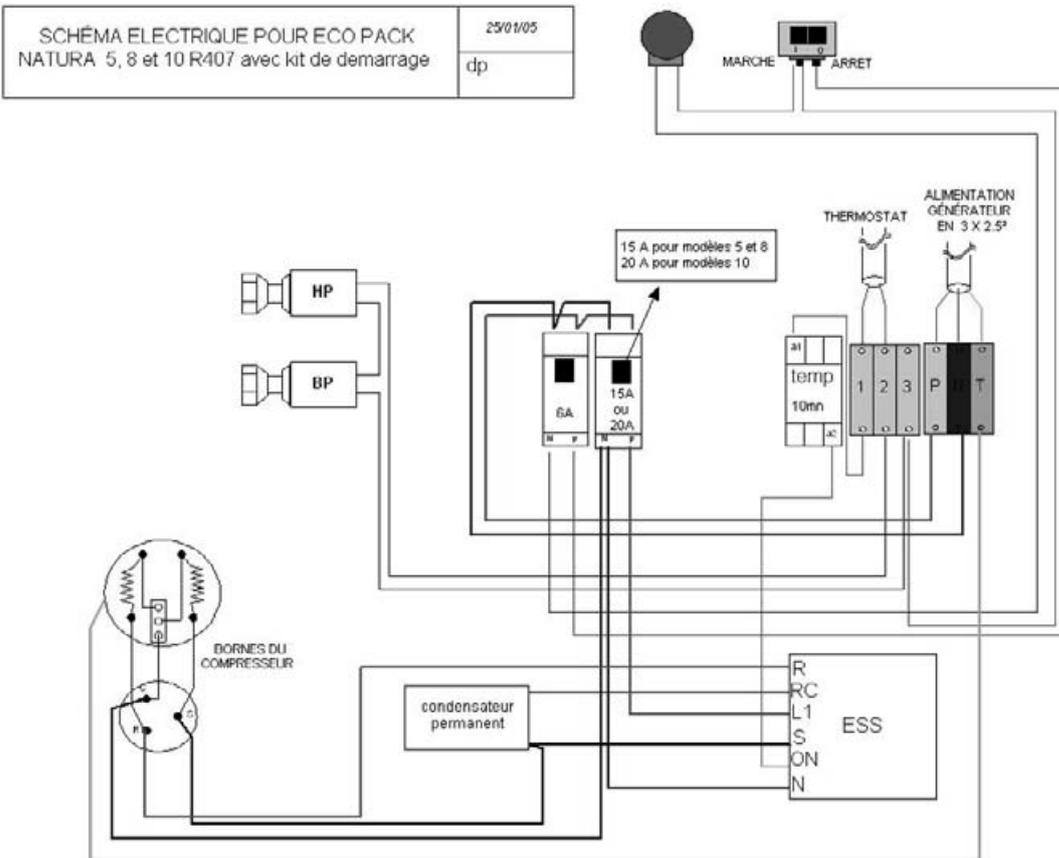


Figure 7 - Schéma électrique de principe d'un modèle Eco Pack Natura 5 à 10