

# SOMMAIRE

<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>6</b>
<b>GENERALITES .....</b>	<b>10</b>
<b>CHALEUR DE LA TERRE .....</b>	<b>11</b>
<b>Manifestations, origine.....</b>	<b>11</b>
<b>Caractérisation des ressources .....</b>	<b>11</b>
<b>Présentation des filières .....</b>	<b>11</b>
<b>TECHNIQUE .....</b>	<b>13</b>
<b>LA POMPE A CHALEUR.....</b>	<b>13</b>
<b>Principes généraux.....</b>	<b>13</b>
<b>Fonctionnement de la pompe à chaleur .....</b>	<b>14</b>
Pompes à chaleur à compression .....	14
<i>Eléments constitutifs d'une pompe à chaleur à compression...</i>	16
Pompe à chaleur à absorption.....	18
<b>Les fluides frigorigènes .....</b>	<b>19</b>
<b>La source froide.....</b>	<b>20</b>
<b>La source chaude .....</b>	<b>21</b>
Émission en mode hydraulique .....	22
<i>Une pompe à chaleur à deux allures de compresseurs.....</i>	23
<i>Une pompe à chaleur à cycle EVI .....</i>	23
Émission en mode aéraulique .....	24
<b>Production d'eau chaude sanitaire .....</b>	<b>24</b>
<b>Influence des paramètres.....</b>	<b>25</b>
<b>Différents montages .....</b>	<b>26</b>
Pompes à chaleur réversible .....	26
Thermofrigopompe .....	27
Modes bivalents.....	28
<b>POMPES A CHALEUR SUR AQUIFERES .....</b>	<b>29</b>
<b>Notions d'aquifère .....</b>	<b>29</b>
<b>Paramètres relatifs à la ressource aquifère .....</b>	<b>29</b>
<b>Mise en œuvre de la ressource .....</b>	<b>30</b>
Recueil de données (interprétation) .....	30

Accès à la ressource (techniques de forages).....	31
Configuration des ouvrages (équipements).....	33
<i>Forages</i> .....	33
<i>Echangeurs</i> .....	33
Conditions de rejet des eaux .....	36
Exploitation-Maintenance .....	38
Risques géologiques .....	38
<b>POMPES A CHALEUR – ECHANGE AVEC LE SOL .....</b>	<b>39</b>
<b>Capteurs horizontaux</b> .....	<b>39</b>
Fluide caloporteur : eau glycolée.....	39
Fluide caloporteur : fluide frigorigène .....	42
Puissance de prélèvement .....	42
<b>Capteurs verticaux (sondes verticales)</b> .....	<b>44</b>
Principes généraux.....	44
Champ de sondes .....	47
Autres systèmes de captages (corbeilles, Slinky...).....	51
<b>Fondations géothermiques</b> .....	<b>52</b>
<b>POMPES A CHALEUR ET RESEAUX DE CHALEUR .....</b>	<b>55</b>
<b>Réseaux de chaleur alimentés à partir de ressources aquifères</b>	
<b>très basse température .....</b>	<b>52</b>
<b>Pompes à chaleur sur le retour des réseaux de chaleur</b>	
<b>géothermiques .....</b>	<b>52</b>
<b>ADEQUATION RESSOURCE - BESOIN.....</b>	<b>57</b>
<b>Détermination des besoins .....</b>	<b>57</b>
Détermination des besoins énergétiques .....	59
<b>Dimensionnement du système PAC géothermique.....</b>	<b>61</b>
PAC sur aquifère .....	61
<i>Mode chauffage</i> .....	61
<i>Mode rafraîchissement (pompe à chaleur)</i> .....	61
<i>Mode rafraîchissement échange direct (géocooling)</i> .....	62
Champ de sondes .....	62
Capteurs horizontaux .....	63
Règles de dimensionnement .....	63
<b>IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....</b>	<b>64</b>
<b>Impact sur le sous-sol.....</b>	<b>64</b>
<b>Bilan effet de serre.....</b>	<b>64</b>
<b>Nuisances sonores .....</b>	<b>66</b>
<b>ENTRETIEN MAINTENANCE.....</b>	<b>67</b>

<b>REALISATION D'UNE OPERATION.....</b>	<b>69</b>
DEROULEMENT D'UNE OPERATION .....	69
<b>Coordination des interventions.....</b>	<b>69</b>
<b>Le diagnostic (pré faisabilité) .....</b>	<b>70</b>
<b>La conception.....</b>	<b>70</b>
<b>La réalisation.....</b>	<b>71</b>
<b>L'exploitation.....</b>	<b>71</b>
 EXEMPLES D'APPLICATION.....	 72
<b>Sondes géothermiques .....</b>	<b>72</b>
Maisons individuelles.....	72
Immeuble de bureaux.....	74
Réhabilitation d'un centre culturel.....	75
Bâtiment industriel .....	78
Ecole maternelle et primaire .....	79
<b>Fondations géothermiques.....</b>	<b>80</b>
Habitat collectif .....	80
Centre de maintenance des tramways .....	82
<b>Pompes à chaleur sur aquifère.....</b>	<b>83</b>
Immeuble collectif.....	83
Mairie.....	84
 CONTEXTE ECONOMIQUE ET REGLEMENTAIRE .....	 86
APPROCHE ECONOMIQUE .....	86
<b>Pompe à chaleur .....</b>	<b>86</b>
<b>PAC sur aquifères.....</b>	<b>87</b>
Équipements.....	88
Maintenance .....	88
<b>Capteurs horizontaux .....</b>	<b>88</b>
<b>Capteurs verticaux.....</b>	<b>88</b>
 MESURES INCITATIVES .....	 89
<b>Pour les particuliers .....</b>	<b>89</b>
Crédit d'impôt .....	89
TVA à 5,5 % .....	89
Aides financières et subventions .....	89
Eco prêt .....	90
<b>Grenelle de l'environnement, Fonds chaleur .....</b>	<b>90</b>
 REGLEMENTATION.....	 91
<b>Code Minier .....</b>	<b>91</b>

<b>Code de l'environnement (loi sur l'eau).....</b>	<b>92</b>
Usage non domestique.....	92
<b>Code de la santé publique .....</b>	<b>92</b>
<b>Autres dispositions relatives à l'implantation des forages .....</b>	<b>92</b>
<b>Norme NF EN 14511 .....</b>	<b>93</b>
<b>Norme AFNOR, NF X10-999 (2007) .....</b>	<b>93</b>
<b>LABELS.....</b>	<b>95</b>
<b>Certification EUROVENT .....</b>	<b>95</b>
<b>Marque NF PAC.....</b>	<b>95</b>
<b>QUALIPAC .....</b>	<b>96</b>
<b>Engagement qualité Qualiforage.....</b>	<b>96</b>
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>98</b>
<b>ANNEXE : GARANTIE AQUAPAC .....</b>	<b>91</b>
<b>TABLEAUX DE PRODUITS .....</b>	<b>95</b>
<b>SOCIETES .....</b>	<b>111</b>