

Sommaire

AVANT-PROPOS.....	10
INTRODUCTION À LA THERMOGRAPHIE DU BÂTIMENT	13
PARTIE I	
LES FONDEMENTS DE LA PRATIQUE.....	23
1 ÉLÉMENTS DE THERMIQUE DU BÂTIMENT	24
2 RAYONNEMENTS ET PROPRIÉTÉS RADIATIVES DES MATÉRIAUX.....	37
3 LA CAMÉRA THERMIQUE : CARACTÉRISTIQUES UTILES ET CONSIDÉRATIONS PRATIQUES	56
4 QUE MESURE LA CAMÉRA THERMIQUE ?	69
PARTIE II	
L'ÉLABORATION DU DIAGNOSTIC THERMOGRAPHIQUE.....	87
5 LE CADRE NORMATIF EN THERMOGRAPHIE	88
6 LE DIAGNOSTIC THERMOGRAPHIQUE.....	93
7 LA SIMULATION THERMIQUE.....	110
PARTIE III	
CHEMINEMENT : DE L'ANALYSE AU RAPPORT	123
8 LES APPLICATIONS DE LA THERMOGRAPHIE DANS LE BÂTIMENT	124
9 DES IRRÉGULARITÉS QUI NE SONT PAS DES DÉFAUTS.....	150
10 L'INTERPRÉTATION DES IMAGES THERMIQUES ET DES THERMOGRAMMES.....	160
11 LES DOCUMENTS DU DIAGNOSTIC THERMOGRAPHIQUE	175
CONCLUSION : L'AVENIR DE LA THERMOGRAPHIE DU BÂTIMENT	191
ANNEXES	193

Table des matières

AVANT-PROPOS.....	10
INTRODUCTION À LA THERMOGRAPHIE DU BÂTIMENT	13
PARTIE I	
LES FONDEMENTS DE LA PRATIQUE.....	23
1 ÉLÉMENTS DE THERMIQUE DU BÂTIMENT	24
INTRODUCTION	24
LA TEMPÉRATURE	24
LES TROIS MODES DE TRANSFERT DE CHALEUR	25
LA PAROI PLANE HOMOGÈNE.....	25
LA PAROI PLANE HOMOGÈNE « RÉELLE ».....	31
LES PONTS THERMIQUES	31
DYNAMIQUE DES BÂTIMENTS	33
2 RAYONNEMENTS ET PROPRIÉTÉS	
RADIATIVES DES MATÉRIAUX	37
LE SPECTRE DES RAYONNEMENTS.....	37
L'ÉMISSION DU RAYONNEMENT.....	38
RAYONNEMENT RÉFLÉCHI OU TRANSMIS	41
LES UNITÉS DE RAYONNEMENT	42
BILAN RADIATIF	43
ÉMISSIVITÉ	44
FACTEUR DE RÉFLEXION ET TYPE DE RÉFLEXION	47
CONSIDÉRATIONS CROISÉES	52
FACTEUR DE TRANSMISSION	54
3 LA CAMÉRA THERMIQUE : CARACTÉRISTIQUES	
UTILES ET CONSIDÉRATIONS PRATIQUES.....	56
DEUX ESPACES DISTINCTS : IMAGE ET MESURE	56
BANDE SPECTRALE.....	58
RÉSOLUTION SPATIALE.....	58
FRÉQUENCE IMAGE	59
COURBE D'ÉTALONNAGE.....	60

EXACTITUDE ET COMPENSATION DE DÉRIVE.....	60
BESOINS EN RÉVISION ET RÉÉTALONNAGE	61
RÉSOLUTION THERMIQUE, OU NETD	61
UNIFORMITÉ DE RÉPONSE	62
CADRAGE THERMIQUE : RANGE & LEVEL	62
GRANDEURS D'INFLUENCE.....	65
ENREGISTREMENT DU FICHIER-IMAGE	65
COMPLÉMENTS DE LA CAMÉRA	66
SYNTHÈSE SUR LE CHOIX DE LA CAMÉRA THERMIQUE	67
CHOIX DE LA PALETTE DE COULEURS.....	67
4 QUE MESURE LA CAMÉRA THERMIQUE?.....	69
GÉNÉRALITÉS	69
LA TRANSCRIPTION EN TEMPÉRATURE	69
DÉPERDITIONS ÉNERGÉTIQUES: GÉNÉRALITÉS	72
LA DÉPERDITION RADIATIVE	74
LE Δ DÉPERDITION RADIATIVE.....	75
LE NOMBRE SEID	76
LA MESURE DU « U » D'UNE PAROI	79
LE FACTEUR DE TEMPÉRATURE F_{RSI}	82
CONCLUSIONS	83
EXERCICES	84

PARTIE II

L'ÉLABORATION DU DIAGNOSTIC THERMOGRAPHIQUE... 87

5 LE CADRE NORMATIF EN THERMOGRAPHIE	88
LES NORMES.....	88
LA CERTIFICATION	89
LA NORME APPLICATIVE NF EN 13187.....	90
6 LE DIAGNOSTIC THERMOGRAPHIQUE.....	93
LES CONDITIONS DE L'INTERVENTION	93
LA BOÎTE À OUTILS DU THERMOGRAPHE	96
RECOMMANDATIONS AU DÉBUTANT	98
MESURE ÉVENTUELLE DES « TROIS TEMPÉRATURES »	103
EXAMEN DEPUIS L'INTÉRIEUR	104
EXAMEN DEPUIS L'EXTÉRIEUR.....	108
SAUVEGARDE DES DONNÉES	109
INTERPRÉTATION DES IMAGES THERMIQUES.....	109

7	LA SIMULATION THERMIQUE	110
	À QUEL THERMOGRAMME S'ATTENDRE ?.....	110
	UN EXEMPLE : LE DÉFAUT D'ISOLATION THERMIQUE	111
	LIMITE DE DÉTECTION D'UN DÉFAUT D'ISOLATION	112
	SIMULATION D'UN PONT THERMIQUE MATÉRIEL	113
	SIMULATION D'UN PONT THERMIQUE GÉOMÉTRIQUE.....	115
	SIMULATION D'UN TABLEAU D'OUVERTURE	119
	PROBLÈMES GÉNÉRÉS PAR L'ITE	119
	SIMULATION DE LA CONVECTION NATURELLE	120

PARTIE III

	CHEMINEMENT : DE L'ANALYSE AU RAPPORT	123
--	--	-----

8	LES APPLICATIONS DE LA THERMOGRAPHIE DANS LE BÂTIMENT	124
	L'ISOLATION THERMIQUE.....	124
	LES PONTS THERMIQUES	130
	LES PROBLÈMES LIÉS À L'AIR.....	130
	LES PROBLÈMES LIÉS À L'EAU	134
	LE CONFORT THERMIQUE	136
	THERMOGRAPHIE DES MENUISERIES	138
	CLASSIFICATION DES DÉPERDITIONS : THERMOGRAPHIE COMPARATIVE.....	142
9	DÈS IRRÉGULARITÉS QUI NE SONT PAS DES DÉFAUTS	150
	VARIATION DU COEFFICIENT D'ÉCHANGE SUPERFICIEL RADIATIF.....	151
	VARIATION DU COEFFICIENT D'ÉCHANGE SUPERFICIEL CONVECTIF	152
	VARIATION DE LA TAMB DE LA PAROI	154
	VARIATION DE LA TER DE LA PAROI.....	155
	VARIATION DE LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE DU BÂTI	155
	VARIATION DE TYPE DE RÉFLEXION DES PAROIS	156
	VARIATION DES CONDITIONS MÉTÉO ET INERTIE DES STRUCTURES.....	158
10	L'INTERPRÉTATION DES IMAGES THERMIQUES ET DES THERMOGRAMMES	160
	PRÉAMBULE.....	160
	L'INTERPRÉTATION THERMOGRAPHIQUE	160
	L'INTERPRÉTATION THERMIQUE	162
	EXEMPLE D'INTERPRÉTATION.....	166

CONCLUSION.....	172
RÉCAPITULATIF DES PRINCIPALES ERREURS D'INTERPRÉTATION.....	172
11 LES DOCUMENTS DU DIAGNOSTIC THERMOGRAPHIQUE	175
LA PROPOSITION TECHNIQUE ET COMMERCIALE.....	175
LE RAPPORT D'INTERVENTION.....	184
CONCLUSION: L'AVENIR DE LA THERMOGRAPHIE DU BÂTIMENT.....	191
ANNEXES	193
ANNEXE 1 - QUELQUES EXERCICES ÉLÉMENTAIRES DE THERMIQUE	194
ANNEXE 2 - MESURE DE L'ÉMISSIVITÉ DES MATÉRIAUX DU BÂTIMENT	196
ANNEXE 3 - PROGRAMME DE CALCUL DE LA COURBE D'ÉTALONNAGE D'UNE CAMÉRA LW.....	198
ANNEXE 4 - RAYONNEMENT REÇU PAR LA CAMÉRA ET ENVIRONNEMENT RADIATIF	200
ANNEXE 5 - CALCUL DU SEID: COMPARAISON AVEC LE CALCUL DE THERMIQUE CLASSIQUE.....	204
ANNEXE 6 - SIMULATION DE LA CONVECTION NATURELLE.....	206
ANNEXE 7 - DIAGRAMME DE MOLLIER: LE POINT DE ROSÉE.....	208
ANNEXE 8 - MESURER LA TEMPÉRATURE DU VERRE.....	210
INDEX.....	213