

Institut National de la Recherche Agronomique
Département Forêts et Milieux Naturels
Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes
Équipe de prévention des Incendies de Forêt

Document PIF2002-02

**FEUX ISSUS D'UN BRULEUR CYLINDRIQUE
A COMBUSTIBLE DE TYPE FORESTIER
EFFET DE LA FLAMME SUR UN RAMEAU VIVANT DE PIN D'ALEP
ESSAIS DE L'ETE 2001
RAPPORT TECHNIQUE**

JOËL MARECHAL, DENIS PORTIER*

* I.N.R.A. Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes

Equipe de Prévention des Incendies de Forêt

Avenue Antonio Vivaldi, F-84000 AVIGNON

Téléphone : 33 (0)4 90 71 94 08 Télécopie : 33 (0)4 90 71 94 08 Email : denis-portier@avignon.inra.fr

Téléphone : 33 (0)4 90 13 59 30 Télécopie : 33 (0)4 90 13 59 59 Email : joel-marechal@avignon.inra.fr

SOMMAIRE

1	Objectif des essais.....	1
2	Les matériels et les méthodes.....	1
2.1	Le combustible dans les paniers.....	1
2.1.1	Les aiguilles de Pin maritime.....	1
2.1.2	La frisure de bois.....	2
2.2	Le banc d'essai.....	3
2.2.1	Le support des paniers.....	3
2.2.2	Les dispositifs de mise à feu.....	3
2.2.3	Les paniers.....	4
2.2.4	Les mires.....	4
2.3	Les capteurs.....	4
2.3.1	Le système de pesée.....	4
2.3.2	Les thermocouples.....	4
2.4	Les centrales d'acquisition.....	7
2.4.1	Centrale Orion.....	7
2.4.2	La centrale National Instruments.....	9
2.5	Enregistrement vidéo.....	12
3	Les modalités retenues et le plan expérimental.....	13
3.1	Les facteurs.....	13
3.2	La fiche d'essai, paramètres mesurés et calculés.....	13
3.2.1	Informations générales sur l'essai.....	13
3.2.2	Le combustible dans le panier.....	13
3.2.3	Les caractéristiques de l'air dans le hall d'expérimentation.....	13
3.2.4	Observations diverses.....	14
3.3	Déroulement de l'essai.....	15
3.3.1	Avant la série d'essais journalière.....	15
3.3.2	Avant chaque essai.....	15
3.3.3	Pendant chaque essai.....	15
3.3.4	Après chaque essai.....	15
3.3.5	Le lendemain des essais.....	15
4	Liste des essais.....	16
5	Les fichiers de données.....	17
5.1	Les données d'Orion.....	17
5.2	Les données de National Instruments.....	17
5.3	Les autres fichiers magnétiques.....	18
5.4	Le fichier Serie0001.xls.....	19
5.5	Les dossiers papier et les archives vidéo.....	22
6	Annexes.....	23
6.1	Schéma du banc.....	23
6.2	Plateau de combustion, paniers et dispositifs d'allumage.....	24
6.3	Instrumentation du banc.....	25
6.4	Fiche d'essai des brûlages.....	Erreur! Signet non défini.
6.5	Fiche des principaux événements.....	Erreur! Signet non défini.

1 OBJECTIF DES ESSAIS

Le dispositif expérimental décrit dans ce rapport a été conçu pour simuler et étudier dans des conditions de laboratoire les propriétés de la flamme et de la colonne de convection issues de la combustion d'un buisson enflammé par un feu courant.

Il permet également d'étudier l'effet de la flamme sur un combustible suspendu au-dessus du foyer (séchage et inflammation).

La source d'énergie est constituée d'un panier cylindrique rempli d'un combustible de type forestier, qui est allumé le long de la circonférence de la base du panier.

Les expériences s'inscrivent dans le cadre du programme « Evaluation de l'efficacité des coupures de combustible ».

La série d'essais décrite dans ce rapport a pour objectif de caractériser la dégradation thermique (séchage et inflammation éventuelle) d'un rameau vivant de pin d'Alep, prélevé en conditions estivales, et suspendu au dessus du foyer.

Il s'agit donc d'une approche expérimentale pour l'étude de la transition feu de surface - feu de cime.

2 LES MATERIELS ET LES METHODES

2.1 Les combustibles

2.1.1 Les aiguilles de Pin maritime

Les aiguilles proviennent d'un peuplement de Pin maritime situé près de Gargas dans le Vaucluse (84).

Seule la couche supérieure a été prélevée en juillet et août 1999.

Au bâtiment expérimental les aiguilles sont séchées à l'air.

Avant l'utilisation un tri élimine les cailloux, les brindilles, les rameaux, les morceaux d'écorce et de cônes.

L'équipe de Prévention des Incendies de Forêts (Unité Expérimentale du Ruscas) a mesuré les principales caractéristiques physiques des aiguilles utilisées selon la procédure décrite dans le rapport final de la convention 61.21.05/98:

- - la longueur et l'épaisseur,
- - la masse sèche,
- - la surface et le volume,
- - la masse volumique,
- - le rapport surface/volume
- - la teneur en cendre.

Le tableau ci dessous présente la valeur moyenne de chacune des caractéristiques étudiées.

Caractéristiques physiques	Unités	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Aiguilles entières				
Nombre	(-)	12	13	12
Longueur	(mm)	131	121	125
Masse	(10 ⁻⁶ .kg)	116,6	107,6	113,2
Brins de 50 mm				
Nombre	(-)	30	30	30
Longueur	(mm)	50	50	50
Diamètre	(mm)	1,89	2,00	1,96
Epaisseur	(mm)	1,18	1,21	1,17
Masse	(mg)	41,9	46,4	43,7
Surface	(10 ⁻⁶ .m ²)	290,3	298,4	289,2
Volume	(10 ⁻⁹ .m ³)	(-)	72,6	87,3
Masse volumique	(kg m ⁻³)	(-)	639,4	500,4
Rapport surface/volume	(m ² m ⁻³)		4113	3314
Teneur en cendre	(%)		2,55	
Pouvoir calorifique supérieur	(kJ.kg ⁻¹)		21198	

2.1.2 La frisure de bois

L'autre combustible utilisé est de la frisure de bois de pin acheté en juin 1999 chez CENPAC INDUSTRIE à Gémenos (13), société de distribution d'emballages.

L'équipe de Prévention des Incendies de Forêts (Unité Expérimentale du Ruscas) a mesuré également les principales caractéristiques physiques de ces fibres :

- la longueur la largeur et l'épaisseur,
- la masse sèche,
- la surface et le volume,
- la masse volumique,
- le rapport surface/volume
- la teneur en cendre.

Les mesures effectuées portent sur trois échantillons

En fonction du type de mesure il s'agit d'éléments entiers ou de tronçons de 100 mm de longueur chacun.

Ceci est du au modèle de pycnomètre utilisé pour cette opération.

La teneur en cendre est la moyenne de 10 échantillons.

Le tableau ci dessous présente la valeur moyenne de chacune des caractéristiques étudiées.

Caractéristiques physiques	Unités	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Brins entiers				
Nombre	(-)	8	8	9
Longueur	(mm)	388	406	367
Masse sèche	(mg)	41,9	50,3	45,8
Surface	($10^{-6} \cdot m^2$)	1217	1274	1129
Volume	($10^{-9} \cdot m^3$)	55,9	64,1	50,4
Masse volumique	($kg \cdot m^{-3}$)	749,4	783,6	907,5
Rapport surface/volume	($m^2 \cdot m^{-3}$)	21618	19723	22636
Brins de 100 mm				
Nombre	(-)	30	30	30
Longueur	(mm)	100	100	100
Largeur	(mm)	1,40	1,41	1,38
Epaisseur	(mm)	0,17	0,17	0,16
Masse sèche	(mg)	12,9	11,1	12,2
Surface	($10^{-6} \cdot m^2$)	314,6	312,7	308,5
Volume	($10^{-9} \cdot m^3$)	14,7	14,0	13,8
Masse volumique	($kg \cdot m^{-3}$)	877,6	791,0	881,9
Rapport surface/volume	($m^2 \cdot m^{-3}$)	21402	22282	22301
Teneur en cendre	(%)		0,18	
Pouvoir calorifique supérieur	($kJ \cdot kg^{-1}$)		(-)	

2.1.3 Les rameaux de Pin d'Alep

2.1.3.1 Type et lieu de récolte

Les rameaux proviennent d'une plantation de 1988 située sur le domaine des Vignères (84) à proximité du bâtiment d'expérimentation.

Juste avant les manipulations on récolte dix rameaux de trente centimètres environ. Ils sont situés sur des branches basses d'arbres de bordure bien exposés à la lumière.

Ces rameaux possèdent une ou deux ramifications secondaires.

2.1.3.2 Caractéristiques physiques

2.2 Le banc d'essai

Il est situé dans une enceinte cubique fabriquée avec des panneaux en mélaminé blanc.

L'arête du cube mesure 4 mètres.

La partie supérieure est ouverte pour permettre la dissipation des fumées par l'évacuateur passif situé sur le toit du hall du bâtiment d'expérimentation.

La face avant (Ouest) est constituée de plaques de polystyrène extrudé transparentes de 8 mm d'épaisseur afin de pouvoir observer et filmer le déroulement des manipulations sans perturber l'expérimentation.

Une ouverture (2 x 2 m), à deux battants et en polystyrène extrudé également, a été aménagée sur ce même côté.

2.2.1 Le support des paniers

Une structure de forme cubique de 0,95 m d'arête, fabriquée avec des cornières en aluminium de 20*20*2 mm, repose sur un plateau d'aluminium (1x1 m) lui-même supporté par une balance.

Un support carré fait de cornières aluminium également peut coulisser verticalement à l'intérieur du cube.

Au cours de l'expérimentation il est bloqué à 40 cm au-dessus du plateau, soit 60 cm au-dessus du sol.

Ce support carré réglable soutient deux glissières :

- découpées dans un profilé en aluminium en forme de U,
- distantes de 47 cm,
- parallèles à deux des côtés du carré,
- symétriques par rapport à son centre.

Une plaque d'aluminium amovible peut être placée également sur le support carré réglable.

Cette plaque possède une ouverture circulaire centrale de 42 cm de diamètre.

La partie supérieure de la plaque est recouverte d'une couche de peinture de ferronnerie noire mate.

La peinture, à base de polyuréthane, résiste à des températures de 200 à 300°C.

2.2.2 Les dispositifs de mise à feu

Deux types de dispositifs ont été utilisés durant cette série d'essais.

Le premier dispositif est utilisé avec la plaque de tôle et empêche l'air frais de bien alimenter la partie du foyer où se déroule la combustion.

Une plaque de fibres de céramique (Kerlane) de 45,5 cm de longueur et 44 cm de largeur est posée sur une plaque d'aluminium de 2 mm d'épaisseur ayant les mêmes dimensions.

La plaque d'aluminium donne plus de solidité à l'ensemble.

A l'intérieur de la plaque de fibres de céramique on a creusé une goulotte circulaire centrée dont le diamètre extérieur est de 40 cm et le diamètre intérieur de 36 cm.

La goulotte est remplie de sable fin.

Deux cornières en aluminium de 30 x 20 x 2 mm viennent sous la plaque d'aluminium en bordure des deux largeurs.

Elles permettent au dispositif de mise à feu de coulisser dans les glissières du support de paniers tout en ajoutant encore de la robustesse à ce dispositif.

Quatre boulons poêlier avec rondelles solidarisent les cornières, la plaque d'aluminium et de fibres de céramique.

Le second dispositif est utilisé sans la plaque de tôle et permet à l'air frais de bien alimenter la partie du foyer où se déroule la combustion.

Dans un panneau en fibre de céramique on a découpé une couronne de diamètre extérieur 40 cm et de diamètre intérieur 34 cm munie de deux bras tangent parallèles entre eux.

Les bras mesurent 44 cm de long sur 3 cm de large.

A l'intérieur de la couronne on a creusé une goulotte de 2 cm de large et 0,5 cm de profondeur rempli de sable fin.

Une figure de forme identique à celle décrite ci-dessus a été découpée dans une plaque d'aluminium de 2 mm d'épaisseur.

Elle donne plus de solidité à l'ensemble.

Sous chaque bras vient s'ajouter un morceau de cornière en aluminium de 30 x 20 x 2 mm.

Elles permettent au dispositif de mise à feu de coulisser dans les glissières du support de paniers tout en ajoutant encore de la robustesse à ce dispositif.

Quatre boulons poêlier avec rondelles solidarisent les cornières, la plaque d'aluminium et de fibres de céramique.

Les dispositifs de mise à feu sont placés à l'étuve après chaque journée d'essais et entre les essais pour :

- faciliter la vaporisation de l'alcool,
- permettre une inflammation brutale et régulière le long de la circonférence du panier.

2.2.3 Le panier

Le panier de combustion utilisé est de forme cylindrique.

L'ossature est constituée par un grillage à maille carré de 25 mm x 25 mm en fil galvanisé de diamètre 1,8 mm.

Un second grillage de même type mais à maille plus petite (13 mm x 13 mm) et en fil plus fin (0,8 mm) contient le combustible à l'intérieur du panier.

Les caractéristiques du panier de combustion sont résumées dans le tableau ci dessous

Caractéristiques	Unité	Dimensions
Hauteur	m	0,20
Diamètre	m	0,40
Circonférence	m	1,257
Surface base	m ²	0,1257
Surface latérale	m ²	0,2513
Surface totale	m ²	0,5026
Volume	m ³	0,025133

Les grillages occultent 21% de la surface du panier.

Les dimensions du panier ont été arrêtées en fonction des masses volumiques choisies :

- 20 kg m⁻³ pour les aiguilles sèches de pin maritime,
- 4 kg m⁻³ pour la frisure de bois.

2.2.4 Les mires

Deux mires hautes de 4 m, graduées tous les 10 cm, sont disposées à 80 cm de part et d'autre de l'axe horizontal du dispositif.

Elles permettent d'évaluer la hauteur et la largeur des flammes aussi bien au cours de l'essai qu'à la lecture de la bande vidéo.

2.3 Les capteurs

2.3.1 Le système de pesée

C'est une balance Sauter E1210 qui supporte le plateau, le support de panier, le panier et le dispositif de mise à feu.

Cette balance comprend une plate forme de pesage proprement dite et une unité de fonction déportée.

La plate forme de pesage de 50 x 40 cm supporte une charge maximale de 60 kg.

L'unité de fonction possède un afficheur fluorescent et un clavier permettant entre autre le tarage et la remise à zéro de la balance ainsi qu'une sortie numérique grâce à une interface à boucle de courant 20 mA.

Cette sortie numérique est reliée par un câble à un convertisseur numérique / analogique Mettler GC 47

La transmission numérique en entrée est asynchrone, par caractère (1 bit de départ, 7 bits de données, 1 bit de parité, 1 bit d'arrêt) à la vitesse de 2400 bauds.

Le convertisseur :

- traite le signal numérique d'entrée en isolant trois chiffres consécutifs du résultat de la pesée,
- délivre une tension analogique traitée à son tour par la centrale d'acquisition Orion.

En plaçant le sélecteur en position 3, le convertisseur ne traite que les signaux correspondants aux gramme, décagramme et hertogramme :

- à la plage -999 à 0 correspond une plage de -10 à 0 V
- à la plage 0 à 999 correspond une plage de 0 à +10V

2.3.2 Les thermocouples

Les thermocouples sont de type chromel Alumel.

La soudure chaude est réalisée sur le site à l'aide d'un poste à souder électrique (Soudax) avec des fils monobrins d'un diamètre de 50 µ.

Chaque extrémité polarisée est soudée à son tour sur des fils thermocouples de même nature et de 175 µ microns de diamètre.

La longueur du brin de 50 µ est choisie afin de soustraire la soudure chaude à l'influence des fils de support.

Cette façon d'opérer concilie sensibilité du capteur et plus grande robustesse du montage.

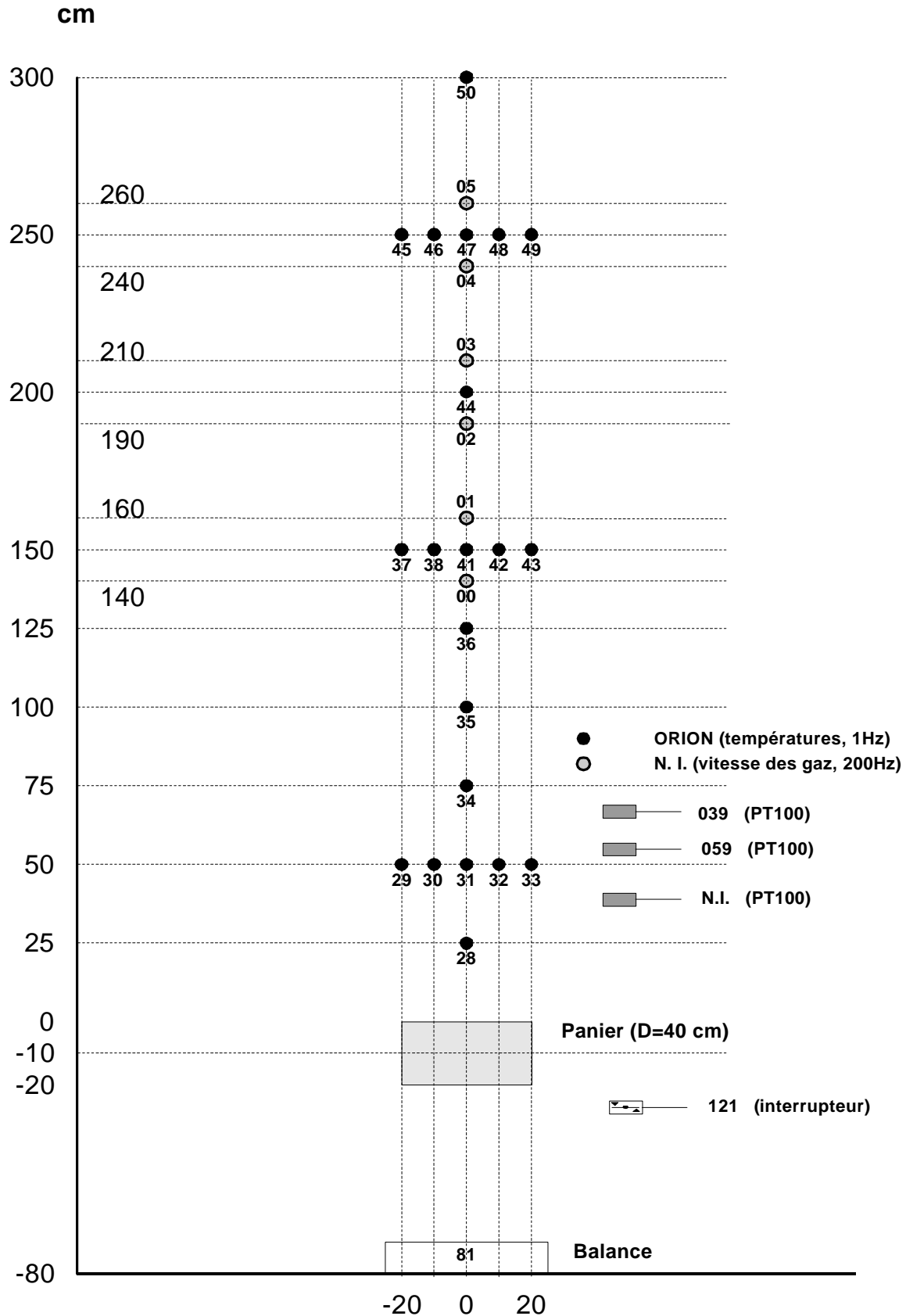
L'isolation et la gaine extérieur des thermocouples de 175 µ est en fibre de céramique tressée.

Ils sont reliés à des boîtiers de connexion voisins par l'intermédiaire de connecteurs miniatures en plastique thermdurcissable.

Des câbles d'instrumentation, multi-conducteurs blindés, relient ces boîtiers aux centrales d'acquisition.

- Une sonde à résistance de platine : mesure la température au sein de chaque boîtier,
- permet de faire la correction de soudure froide.

Les capteurs sont disposés de la façon suivante :



2.3.2.1 Les thermocouples reliés à Orion

Câble de liaison	n° voie ORION	Type de capteur	Position sur le banc	
			horizontale	verticale
C11	21	Th. K		non utilisé
	22	Th. K		non utilisé
	23	Th. K		non utilisé
	24	Th. K		non utilisé
	25	Th. K		non utilisé
	26	Th. K		non utilisé
	27	Th. K		non utilisé
	28	Th. K		non utilisé
	29	Th. K	0	25
	30	Th. K	-20	50
	31	Th. K	-10	50
	32	Th. K	0	50
C12	33	Th. K	10	50
	34	Th. K	0	75
	35	Th. K	0	100
	36	Th. K	0	125
	37	Th. K	-20	150
	38	Th. K	-10	150
	39	PT 100	Température du boîtier Th. 28 à 38	
C21	41	Th. K	0	150
	42	Th. K	10	150
	43	Th. K	20	150
	44	Th. K	0	200
	45	Th. K	-20	250
	46	Th. K	-10	250
	47	Th. K	0	250
	48	Th. K	10	250
	49	Th. K	20	250
	50	Th. K	0	300
	C22	59	PT 100	Température du boîtier Th. 41 à 50
C3	81	Tension	Signal de la balance	
C4	121	Etat	Interrupteur déclenchement tâche 7	
C5	163	Signal	relais, mise en route du gyrophare	

Les thermocouples 00, 01, 02, 03, 04, 05 sont reliés à la centrale Nationale Instrument. Tous les autres sont reliés à la centrale d'acquisition Orion

2.3.2.2 Les thermocouples reliés à National Instruments

Câble de liaison	n° voie N.I.	Type de capteur	Position sur le banc	
			horizontale	verticale
N1	00	Th. K	0	140
	01	Th. K	0	160
	02	Th. K	0	190
	03	Th. K	0	210
	04	Th. K	0	240
	05	Th. K	0	260

Une sonde à résistance de platine reliée à un multimètre permet de connaître la température au niveau du boîtier de raccordement entre les thermocouples et les fils d'instrumentation de raccordement à la centrale.

2.4 Les centrales d'acquisition

2.4.1 Centrale Orion

La centrale d'acquisition de données Orion (Schlumberger) mesure, affiche et enregistre des signaux analogiques et numériques.

Le programme est constitué de deux tâches.

La tâche 008 surveille l'état d'un interrupteur chaque centième de seconde.

A la mise à feu du panier l'opérateur fait basculer l'interrupteur.

La centrale détecte le changement d'état, arrête la tâche 008 et lance la tâche 007.

La tâche 007 consiste à :

- scruter les thermocouples, les sondes à résistance de platine et la balance chaque seconde,
- corriger la température mesurée,
- de transférer les résultats sous forme d'un fichier texte sur le disque dur d'un ordinateur par l'intermédiaire d'une liaison série.

2.4.1.1 La définition du canal 121

CHANNEL	
Digital input	bit
No. Of bits	0
Alarm	Match
Pattern	1
O/p	000,000
Text	0
Alarm text	0

2.4.1.2 Les canaux 028 à 038 et 041 à 050

CHANNEL	
Measurement	Thcpl
Type	K
Cold junction	Ext0
Conversion	0
Alarm	OFF
O/p	000,000
Analog o/f	0
Text	0
Alarm text	0

2.4.1.3 La définition des canaux 039 et 059

CHANNEL	
Measurement	PRT
Compensation	On
Conversion	0
Alarm	OFF
O/p	000,000
Analog o/f	0
Text	0
Alarm text	0

2.4.1.4 La définition du canal 081

CHANNEL	
Measurement Volts	DC
Conversion	1
Alarm	OFF
O/p	000,000
Analog o/f	0
Text	0
Alarm text	0

CONVERSION 001	
Type	Scale
M, c	100.000, 0
Units	GRA

2.4.1.5 La définition de la tâche 008

TASK 008	
Function	Scan
Trigger	Task
Delay	00-00:00:00.0
Scans	*
Scan	Cont
Channels	121
Rate	100/s
Processing	On
Data to be lossed	None
Header	LogData
Output device	RS232
Format	Compact
Task triggered	7
Tasks aborted	8

```
8000 IF C(121) = 1 THEN
8001 SET 163 TO 1
8002 ENDIF
```

2.4.1.6 La définition de la tâche 007

TASK 007	
Function	Scan
Trigger	Task
Delay	00-00:00:00.0
Scans	*
Scan	Inter
Interval	00-00:00:01.0
Channels	021-039, 041-050,059,081
Rate	100/s
Processing	On
Data to be lossed	Proc
Header	Always
Output device	RS232
Format	Compact
Task triggered	0
Tasks aborted	0

```

7000 FOR I = 21 TO 38
7001 C(I) = C(I) + C(39)
7002 NEXT
7003 FOR I = 41 TO 50
7004 C(I) = C(I) + C(39)
7005 NEXT
7006 C(81) = C(81) + 0
    
```

2.4.1.7 Le fichier séquentiel (.dat) d'Orion

```

RUN 14:28:22 02-12
S T 7 14:28:22.5
C 021 9.9729 dgC .C 022 10.334 dgC .C 023 10.334 dgC .C 024 10.374 dgC .
C 025 10.433 dgC .C 026 10.393 dgC .C 027 10.591 dgC .C 028 10.512 dgC .
C 029 10.670 dgC .C 030 10.828 dgC .C 031 10.670 dgC .C 032 10.709 dgC .
C 033 10.749 dgC .C 034 10.848 dgC .C 035 11.006 dgC .C 036 11.104 dgC .
C 037 11.243 dgC .C 038 11.322 dgC .C 041 11.650 dgC .C 042 11.749 dgC .
C 043 11.591 dgC .C 044 12.125 dgC .C 045 12.460 dgC .C 046 12.342 dgC .
C 047 12.381 dgC .C 048 12.283 dgC .C 049 12.302 dgC .C 050 12.697 dgC .
C 081 751.96 GRA .
D T 7
S T 7 14:28:23.5
C 021 9.9006 dgC .C 022 10.341 dgC .C 023 10.302 dgC .C 024 10.381 dgC .
C 025 10.381 dgC .C 026 10.341 dgC .C 027 10.539 dgC .C 028 10.480 dgC .
C 029 10.658 dgC .C 030 10.796 dgC .C 031 10.658 dgC .C 032 10.677 dgC .
C 033 10.737 dgC .C 034 10.816 dgC .C 035 10.993 dgC .C 036 11.072 dgC .
C 037 11.230 dgC .C 038 11.309 dgC .C 041 11.617 dgC .C 042 11.735 dgC .
C 043 11.617 dgC .C 044 12.130 dgC .C 045 12.367 dgC .C 046 12.328 dgC .
C 047 12.328 dgC .C 048 12.308 dgC .C 049 12.308 dgC .C 050 12.663 dgC .
C 081 751.92 GRA .
    
```

```

.....
D T 7
HALT 14:29:26 02-12
    
```

2.4.2 La centrale National Instruments

2.4.2.1 Présentation

Le système d'acquisition comprend un module de conditionnement (SCXI-1120) et son bloc de connexion (SCXI-1328) qui s'insère dans un châssis (SCXI-1000).

Le châssis est relié par un câble blindé (SCXI-1349) à un micro ordinateur contenant une carte (AT-MOI-16XE-50).

Le module de conditionnement se présente sous la forme d'un boîtier isolé.

Il permet le conditionnement de signaux pour thermocouples et sources de tension.

On peut fixer le gain et choisir un filtre.

La vitesse d'échantillonnage est de 333 000 s⁻¹.

La tension de sortie est de ±5V.

Le connecteur isotherme minimise les erreurs entre les connexions et la jonction froide du capteur.

La carte d'acquisition possède huit entrées différentielles avec une résolution de 16 bits.

Elle comprend deux sortie analogiques, deux compteurs à 20 MHz.

La vitesse de scrutation maximale est de 20000 échantillons par secondes.

2.4.2.2 Calcul du gain

Capteur	Thermocouple K
Mesure maximum	1200 °C
V max	50 mV (48,828 mV)
Gain : étage 1 / étage 2 / Total	10 / 10 / 100

2.4.2.3 Configuration du module SCXI 1120

Capteur	THK 0	THK 1	THK 2	THK 3	THK 4	THK 5
Voie	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5
Gain étage 1 : cavalier et position	W1 / C	W2 / C	W3 / C	W4 / C	W5 / C	W6 / C
Gain étage 2 : cavalier et position	W9 / D	W10/D	W11/D	W12/D	W13/D	W14/D
Carte entrée différentielle : cavalier et position	W46 BR0R1					
Jonction froide, mode multiplexé cavalier position	W41 1					
Réglage voies numériques : cavalier position	W42, W43, W44, W45 1					

2.4.2.4 Bloc de connexion SCXI 1328

Cavalier	Position	Fonction
W1	MTEMP	Mode multiplexé

2.4.2.5 Paramétrage des logiciels NI DAQ et Virtuel Bench Logger

NI DAQ

NI DAQ Configuration Utility	
Device	1
Device name	AT-MOI-16XE-50
Base address	(hex) FF80
DMA channels	5 6 7
IRQ levels	11 *

SCXI Configuration		
Chassis ID	1	
Chassis type	SCXI 1000	
Chassis address	0	
Communication Mode	Serial using DIO port	
Communication Path	(Dev # 1) AT-MOI-16XE-50	
Slot configuration		
Chassis slot	1	2
Module type	SCXI 1120	SCXI 1121

Configuring module 1	
Module Type	SCXI 1120
Cabled Device	(Dev # 1) AT-MOI-16XE-50
Operating mode	Multiplexed
Terminal Block	1328 / TBX-1328
Channel configuration	
Channel	0, 1, 2, 3, 4, 5
Gain on Module	100
Filter on module	10 KHz
Gain on Term. Block	None

Virtuel Bench Logger

Logger Settings	
Device	1: AT-MOI-16XE-50
Module	1: SCXI 1120
Channels	
Start Channel	0 - THK0
End Channel	0 - THK5
	0, 1, 2, 3, 4, 5
Transducer	Thermocouple
Label	THK0, THK1, THK2, THK3, THK4, THK5
Range	
Max	1.200 ^E +3
Min	0.000 ^E +0
Temp Units	deg C
TC Type	K
50/60 Averaging	non

CJC Configuration	
Cold Junction Compensation type	Constant
deg C	Valeur PT100 du boîtier de raccordement

Timing Configuration	
Start Manually	oui
Time Interval	5.00 ^E -3
Stop timing	
Stop After Elapsed Time	0 Hrs 1 Mins 0 Secs
Display Length	1 Mins

File Configuration	
File Name	xxxxxxx.log
Start New File after N Lines	1000000
Enable Logging	oui
Begin Logging on Start	oui
User name	(-)
Comments	(-)
Field Length	10
Precision	1

2.4.2.6 Câblage de National.Instrument.

Raccordement des thermocouples K					
prises boîtier du banc		Fils Câble N1	prises boîtier SCXI	Bloc N.I. 1328	
TH0	+	rouge	one	Ch0	+
TH0	-	blanc / rouge	noir	Ch0	-
TH1	+	vert	two	Ch1	+
TH1	-	blanc / vert	noir	Ch1	-
TH2	+	bleu	three	Ch2	+
TH2	-	blanc / bleu	noir	Ch2	-
TH3	+	noir	four	Ch3	+
TH3	-	blanc / noir	noir	Ch3	-
TH4	+	jaune	five	Ch4	+
TH4	-	blanc / jaune	noir	Ch4	-
TH5	+	gris	six	Ch5	+
TH5	-	blanc / gris	noir	Ch5	-

2.4.2.7 Le fichier texte (.log) de National Instruments

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	VIRTUALBENCH-LOGGER 2.0 REPORT							
2	NATIONAL INSTRUMENTS							
3	DATE CREATED	14:35:04	11/30/2000					
4								
5	USER							
6								
7	START COMMENT							
8								
9	END COMMENT							
10								
11	START DATA							
12	Date	Time	THK0(Deg C)	THK1(Deg C)	THK2(Deg C)	THK3(Deg C)	THK4(Deg C)	THK5(Deg C)
13	11/30/1999	35:17.0	9.4	7.5	9.5	9.1	9.3	10.5
14	11/30/1999	35:17.0	9.7	7.9	9.9	9.1	9.7	10.5

10958	11/30/1999	36:11.8	9.3	7.2	9.4	8.9	9.6	10.6
10959	11/30/1999	36:11.8	9.3	7.1	9.4	8.7	9.8	10.1
10960	11/30/1999	36:11.8	8.9	7.3	9.6	8.7	9.4	10.5
10961	END DATA							

2.5 Enregistrement vidéo

Une caméra vidéo Sony CCD-VX1E (Hi8), montée sur un pied, est installée dans la salle de pesées du hall d'expérimentation.

Elle fait face au dispositif expérimental à 8 mètres environ des mires.

L'objectif du camescope est à 1,30 mètres du sol.

La zone prise en compte par l'image varie selon la taille du panier.

Pour la hauteur notamment on observe dans le viseur :

- du sol à 2,60 mètres pour le petit panier
- du sol à 3,0 mètres pour le panier de taille moyenne
- de 0,4 à 4,0 mètres pour le grand panier

Les mires apparaissent toujours sur les bords latéraux de l'image.

La caméra est mise en route avant le démarrage de l'essai ; l'opérateur préposé à la mise à feu annonce le "top" de départ de l'essai.

Le compteur horaire de l'appareil permet ensuite de dater précisément tous les phénomènes que l'on souhaite observer.

La mise au point est en mode automatique.

Chaque jour, après les manipulations, le contenu de la cassette Hi8 de la caméra est transféré sur une cassette SVHS.

3 LES MODALITES RETENUES ET LE PLAN EXPERIMENTAL

3.1 Les facteurs

Le premier facteur (facteur foyer), à deux niveaux, correspond à la combinaison du type de combustible utilisé et la présence ou non de la plaque à la base du foyer.

- Frisure de bois (masse anhydre 200 g), base ouverte,
- Aiguilles de Pin maritime (masse anhydre 500 g), base fermée.

Le second facteur (facteur rameau), à trois niveaux, correspond au rameau de Pin d'Alep exposé au feu qui peut être :

- Absent,
- Présent en position basse à 2,65 m du sol (1,85 m du sommet du panier),
- Présent en position haute à 3,15 m du sol (2,35 m du sommet du panier).

Les niveaux de ces facteurs sont systématiquement croisés, conduisant à six modalités au total.

Chaque modalité est répétée au moins six fois de façon à obtenir cinq répétitions valides.

3.2 La fiche d'essai, paramètres mesurés et calculés

3.2.1 Informations générales sur l'essai

Les informations générales concernent :

- date de l'essai (jj/mm/aa),
- numéro de l'essai (aammjjnn),
- le numéro de la répétition (1 à 6)
- type de combustibles (PM = aiguilles de Pin maritime, FB = frisure de bois),
- masse anhydre du combustible en g,
- alimentation en air à la base (O = ouvert, F = fermé),
- quantité d'alcool pour l'allumage du foyer en g.
- position en hauteur (cm) du rameau de Pin d'Alep soumis à l'échauffement.

3.2.2 Le combustible dans le panier

Le combustible des paniers est desséché dans une étuve réglée à 60°C.

La quantité de combustible nécessaire à l'essai est sortie de l'étuve et pesée un peu avant le début de la manipulation.

Une barquette remplie de ce même combustible est toujours placée à proximité du panier.

Un échantillon est prélevé dans cette barquette juste avant la mise à feu, pesé et placé à l'étuve.

L'échantillon est retiré de l'étuve après 24 heures.

La nouvelle pesée donne la masse anhydre et par différence la masse d'eau disparue de l'échantillon d'aiguilles ou de frisure de bois.

La teneur en eau est exprimée en grammes d'eau par hectogramme de matière sèche.

3.2.3 Caractérisation des rameaux de pin d'Alep témoins

Les rameaux de pin d'Alep sont prélevés sur le site des Vignères à proximité du bâtiment d'expérimentation.

Sitôt le prélèvement ces rameaux sont placés dans une glacière.

L'intérieur de la glacière est refroidi par de la glace chimique.

Une barquette d'aluminium surmontée d'un morceau de carton isolent les rameaux de la glace en les empêchant de se réhydrater avec l'eau de condensation.

Cinq rameaux sont sortis avant le démarrage de la série d'essai.

On distingue les éléments suivants :

- Les aiguilles vertes,
- Les aiguilles dépérissantes (jaunes ou brunes),
- Les parties ligneuses.

Pour ce qui est des parties ligneuses on traite à part les cinq centimètres de l'extrémité inférieure, par analogie avec les échantillons placés dans ou au-dessus de la flamme où cette même extrémité est enfoncée dans un tube de support.

Toutes ces catégories de combustible sont pesées aussitôt et après un séjour à l'étuve (24 h, 60°C).

Les informations suivantes sont consignées sur la fiche d'essai :

- La masse verte totale du rameau en g,
- La masse fraîche en g de chaque élément plus la tare du contenant,
- La masse sèche en g de chaque élément plus la tare du contenant,
- La tare du contenant en g,
- La teneur en eau de chaque élément exprimée en grammes d'eau par hectogramme de matière sèche.

3.2.4 Caractérisation du rameau de pin d'Alep exposé

3.2.4.1 Avant l'essai

Le rameau devant être soumis au feu est sorti de la glacière le plus tard possible.

Il est pesé afin de connaître sa masse fraîche et mis en place à la hauteur convenue en plaçant en coinçant les cinq derniers centimètres de sa partie inférieure dans un tube en aluminium de 10 mm de diamètre.

Ensuite on estime son encombrement lorsqu'il est installé en mesurant :

- La longueur couverte sur la verticale en cm,
- La longueur couverte sur l'horizontale en cm,
- L'épaisseur couverte sur l'horizontale en cm

On note également la distance qui sépare l'extrémité des aiguilles de la sommité du rameau et le thermocouple situé juste au dessous.

3.2.4.2 Pendant l'essai

Durant l'essai on note simplement si le rameau s'est enflammé ou non.

$$EWTS = 6,107 \times (1 + (2^{0,5} \times \sin((2 \times \pi / 360) \times (Ts / 3))))^{8,827},$$

$$EWTM = 6,107 \times (1 + (2^{0,5} \times \sin((2 \times \pi / 360) \times (Tm / 3))))^{8,827},$$

$$ETS = EWTM - (Vt \times (Ts - Tm)).$$

EWTS : tension de vapeur saturante à la température Ts en hPa.

EWTM : tension de vapeur saturante à la température Tm en hPa.

ETS : correction de EWTM par la constante psychrométrique Vt 0,79 lorsque la ventilation est naturelle.

L'humidité de l'air est égale à **100 x (ETS / EWTS)** et exprimée en %.

Le déficit de saturation est la différence entre EWTS et ETS en hPa. Il traduit le pouvoir "évaporant" de l'air.

La température du point de rosé est obtenue à partir de la formule suivante :

$$EWTD = 6,107 \times (1 + (2^{0,5} \times \sin((2 \times \pi / 360) \times (Td / 3))))^{8,827}, \text{ en substituant ETS à EWTD.}$$

Elle s'exprime en °C.

3.2.6 Observations diverses

La fiche d'essai indique en outre le numéro de la cassette SVHS d'archivage et l'emplacement (hh:mn:ss) de la séquence concernant l'essai sur la bande.

3.2.4.3 Après l'essai

Après l'essai le rameau est retiré du tube et on qualifie l'état des aiguilles et des parties ligneuses à partir du barème suivant :

- I = indemnes
- R = roussi(e)s
- N = noirci(e)s
- D = détruit(e)s

Il est ensuite pesé pour connaître la masse imbrûlée puis les éléments suivants sont triés en fonction des dégâts occasionnés par le feu :

- les aiguilles,
- les parties ligneuses,
- l'extrémité inférieure de 5 cm placée dans le tube.

Les éléments présents sont pesés avant et après un séjour à l'étuve (24 h, 60°C) et les résultats sont consignés sur la fiche d'essai :

- masse fraîche en g de chaque élément plus la tare du contenant,
- masse sèche en g de chaque élément plus la tare du contenant, en,
- tare du contenant en g,
- teneur en eau de chaque élément exprimée en grammes d'eau par hectogramme de matière sèche.

3.2.5 Les caractéristiques de l'air dans le hall d'expérimentation

La pression atmosphérique est relevée avant la mise à feu sur un baromètre anéroïde.

Elle est exprimée en hPa.

Un psychromètre fixe à ventilation naturelle installé en permanence à proximité du banc indique :

- la température de l'air Ts (thermomètre sec),
- et la température de l'air saturé d'eau Tm (thermomètre humide) en °C.

La valeur de l'humidité relative est calculée à partir des informations du psychromètre en utilisant la série de formules suivantes :

Enfin tout événement particulier ou dysfonctionnement est mentionné.

3.3 Déroulement de l'essai

Les différentes étapes dans le déroulement d'un essai sont les suivantes :

3.3.1 Avant la série d'essais journalière

- Récolter les rameaux de Pin d'Alep
- Préparer les fiches d'essai concernant les rameaux témoins
- Lire sur la balance la masse verte des 5 rameaux témoins
- Ventiler par type d'éléments combustible (aiguilles vertes et sèches, parties ligneuses...)
- Lire sur la balance de la masse fraîche de ces différents éléments et mettre à l'étuve (60 °C)
- Vérifier le bon état du banc
- Installer la plaque freinant l'arrivée d'air à la base du foyer
- Mettre en route les deux systèmes d'acquisition (Orion et National Instruments)
- Vérifier les thermocouples

3.3.2 Avant chaque essai

- Préparer la fiche d'essai du brûlage
- Préparer l'acquisition, créer les fichiers de données sur les ordinateurs dédiés aux chaînes d'acquisition
- Lancer le programme d'acquisition de la chaîne Orion (scrutation du canal 121)
- Préparer la masse d'aiguilles de Pin maritime ou de frisure de bois nécessaire pour remplir le panier de combustion
- Préparer la barquette d'aiguilles ou de frisure de bois pour la mesure de la teneur en eau du combustible du panier
- Remplir le panier
- Mesurer la masse du rameau de pin d'Alep soumis au feu
- Installer le rameau de pin d'Alep soumis au feu
- Mesurer l'encombrement du rameau soumis au feu et la distance séparant l'extrémité des aiguilles sommitales du thermocouple situé juste en dessous
- Préparer la caméra
- Sortir le dispositif de mise à feu de l'étuve
- Installer le panier
- Installer le dispositif de mise à feu sur le banc, en avant du panier
- Prélever l'échantillon destiné à mesurer la teneur en eau du combustible dans le panier
- Lire la masse fraîche prélevée d'aiguilles de pin maritime ou de frisure de bois et mettre à l'étuve (60°C)
- Mettre en route de la caméra
- Remettre à zéro la balance du banc d'essai
- Lire le baromètre, les thermomètres sec et humide
- Déposer l'alcool dans la goulotte remplie de sable
- Remettre à zéro la balance du banc d'essai
- Mettre à feu

3.3.3 Pendant chaque essai

- Annoncer le départ de l'essai
- Lancer la tâche de scrutation des thermocouples par Orion en basculant l'interrupteur placé sur la voie 121
- Lancer manuellement et simultanément la scrutation des thermocouples par la chaîne National Instruments
- Observer le bon déroulement du brûlage et le comportement au feu du rameau de pin d'Alep

3.3.4 Après chaque essai

- Arrêter l'acquisition sur National Instruments après la combustion vive
- Arrêter l'enregistrement vidéo
- Lire l'indication de la balance après l'extinction des braises
- Lire la durée d'enregistrement sur National Instrument
- Sauvegarder le fichier de données provenant de la chaîne National Instrument
- Arrêter l'acquisition sur Orion, sauvegarder le fichier, préparer pour l'essai suivant
- Sauvegarder du fichier N.I., durée d'enregistrement, préparer pour l'essai suivant
- Lire sur la balance la masse imbrûlée fraîche du rameaux soumis au feu
- Peser des imbrûlés
- Mettre le dispositif de mise à feu dans l'étuve
- Nettoyer le banc
- Transformer les fichiers de données en fichiers .csv d'Excel (macro Excel)
- Corriger la masse de combustible disparue dans le panier (macro Excel)
- Vérifier rapidement les fichiers de données, représenter graphiquement les voies étudiées
- Remplacer les thermocouples défectueux
- Compléter et ranger la fiche d'essai

3.3.5 Le lendemain des essais

- Archiver les séquences de la cassette Hi8 de la caméra sur une bande SVHS
- Peser les échantillons végétaux placés à l'étuve
- Compléter les fiches d'essai
- Archiver les fiches d'essai et les fichiers magnétiques
- Mettre à jour le fichier récapitulatif .xls

4 LISTE DES ESSAIS

Les tableaux ci dessous récapitulent les essais effectués :

Combustible	Aiguilles de Pin maritime			Frisure de bois		
Panier Base	Grand panier Base fermée			Grand panier Base ouverte		
Rameau P. Alep	Absent	Position basse	Position haute	Absent	Position basse	Position haute
1	01071602	01071603	01071704	01071701	01071702	01071703
2	01071801	01071705	01071802	01071803	01071804	01071805
N° 3	01071901	01071902	01071903	01071904	01071905	01072001
Répétition 4	01072601	01072602	01072005	01072002	01072003	01072004
5	01072701	01072702	01072603	01072604	01072605	01072703
6	01073001	01073002	01073003	01072704	01072705	01073004
6					01072706	

5 LES FICHIERS DE DONNEES

5.1 Les données d'Orion

Le fichier séquentiel .DAT issue de la centrale Orion est transformé en fichier .CSV d'Excel par une macro VBA. Une seconde macro VBA permet de corriger la masse de combustible disparue dans le panier au cours de l'essai à partir de la masse initiale de combustible, de la lecture de l'indication de la balance en fin d'essai et du poids des imbrûlés.

Le nom du fichier .CSV est constitué de la façon suivante : oammjnn.csv, où :

- o, pour Orion
- a, dernier chiffre de l'année / mm, numéro du mois / jj, numéro du jour /nn
- numéro de l'essai dans la journée

Le fichier csv est archivé sur la station Sun de l'équipe de la façon suivante : pif/marechal/essais01/serie0101/aammjnn, où pour ce dernier répertoire :

- aa, deux derniers chiffres de l'année / mm, numéro du mois / jj, numéro du jour
- nn, numéro de l'essai dans la journée

Le fichier csv est structuré de la façon suivante :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	o1071704	MC												
2	366	33												
3	DELAI	TH28	TH29	TH30	TH31	TH32	TH33	TH34	TH35	TH36	TH37	TH38	TH41	TH42
4	(s)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
5	0	24.7	24.1	25.4	24.5	24.2	24.2	24.2	24.8	24.4	24.7	24.1	24.8	25.0
6	1	24.2	24.0	25.0	24.1	24.1	24.2	24.9	24.6	24.4	24.6	24.1	24.9	25.1
7	2	24.0	24.1	24.5	24.3	24.1	24.3	24.6	24.3	24.4	24.7	24.1	25.0	25.1
8	3	27.2	29.7	24.3	24.0	27.7	27.8	24.8	24.6	24.6	24.7	24.1	25.0	25.0
9	4	24.7	46.4	45.8	31.3	32.4	25.2	24.9	24.6	24.5	24.7	24.1	24.7	25.1

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1												
2												
3	TH43	TH44	TH45	TH46	TH47	TH48	TH49	TH50	MASSE	HEURE	MINUTE	SECONDE
4	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(g)	(h)	(mn)	(s)
5	24.9	25.7	26.2	25.9	25.9	25.8	25.9	25.9	-8	15	13	22.4
6	24.9	25.7	26.1	25.9	25.9	25.9	25.9	25.9	-7	15	13	23.4
7	24.9	25.7	26.2	25.8	26	25.9	25.9	25.9	-8	15	13	24.4
8	25	25.7	26.1	25.9	25.9	25.9	25.8	26	-7	15	13	25.4
9	25	25.7	26.1	25.8	25.9	25.9	25.8	26	-6	15	13	26.4

Cellule A1 : Nom du fichier

Cellule A2 : Correction de la masse disparue

Cellule B1 : Nombre d'enregistrements

Cellule B2 : Nombre de colonnes

5.2 Les données de National Instruments

Le fichiers texte .LOG issu de la centrale National Instruments est transformé en fichiers .CSV d'Excel par une macro VBA.

Le nom du fichier CSV est constitué de la façon suivante : nammjnn.csv, où :

- n, pour National Instruments
- a, dernier chiffre de l'année / mm, numéro du mois / jj, numéro du jour
- nn, numéro de l'essai dans la journée

Le fichier csv est archivé sur la station Sun de l'équipe de la façon suivante :

pif/marechal/essais01/serie0101/aammjnn, où pour ce dernier répertoire :

- aa, deux derniers chiffres de l'année / mm, numéro du mois / jj, numéro du jour
- nn, numéro de l'essai dans la journée

Le fichier csv est structuré de la façon suivante :

- Cellule A1 : Nom du fichier
- Cellule B1 : Nombre d'enregistrements
- Cellule B2 : Nombre de colonnes

	A	B	C	D	E	F	G
1	n1071704						
2	17574	7					
3	DELAI(s)	THK0(Deg C)	THK1(Deg C)	THK2(Deg C)	THK3(Deg C)	THK4(Deg C)	THK5(Deg C)
4	0	22.6	22	22.3	23.4	24.0	25.8
5	0.005	23.1	22.1	22.1	22.9	23.9	25.9
6	0.01	22.8	21.8	22.4	23.5	24.2	25.7
7	0.015	23.6	22.5	22.5	23.2	24.5	25.8
8	0.02	23.0	22.5	22.0	23.5	24.2	25.4
9	0.025	23.0	22.0	22.3	23.4	24.1	25.4

5.3 Les autres fichiers magnétiques

Tous les autres document concernant cette série d'essais sont stockés dans le répertoire pif/marechal/essais01/serie0101/ documents. Le tableau ci dessous répertorie les principaux fichiers :

Fichier	Ext.	Contenu
AnalysesElementaires0101	xls	Analyses élémentaires des données des essais
CapteursPosition0101	vsd	Position cotée des capteurs
pif2002-02	doc	rapport technique de l'expérimentation
CompteRendu0101Annexes	doc	Annexes du compte rendu des essais
DocumentsBanc0101	doc	Dossier technique de l'installation (dessins, tableaux)
FicheBrulage0101	doc	Fiche d'observation utilisée pour les brûlages
FicheTemoins0101	doc	Fiche d'observation utilisée pour les rameaux témoins
InstrumentationTxt0101	vsd	Schéma instrumentation du banc avec légendes
InstrumentationTxtA40101	vsd	Schéma instrumentation du banc avec légendes, A4
ListeEssais0101	doc	Tableau des essais effectués
ProtocoleEssai0101	doc	Protocole série 0101 (J.L.. Dupuy)
SchemaBanc0101	vsd	Dessin du banc d'essais
SchemaBancTxt0101	vsd	Dessin du banc d'essais avec légendes
SchemaBancTxtA40101	vsd	Dessin du banc d'essais avec légendes, A4
Serie0101TableauxRecapitulatifs	xls	Tableaux récapitulatifs des essais
SupportPanierAllumage3A40101	vsd	Dessins des 3 supports, 3 paniers et 3 allumages, A4
TDC-FRISE-V-2000	doc	Caractéristiques physiques de la frisure de bois
TDC-FRISE-V-2000	xls	Caractéristiques physiques de la frisure de bois
TDC-PM-V-20001	doc	Caractéristiques physiques des aiguilles de P. maritime
TDC-PM-V-20001	xls	Caractéristiques physiques des aiguilles de P. maritime
ThermocouplesPosition0101	vsd	Position cotée des thermocouples

5.4 Le fichier Serie0001.xls

5.4.1 Feuille : Témoins Données

	A	B	C	D	E	F	G
6				Données de la fiche d'essai (g)			
7	Date	Numéro		Echantillon	Aiguilles		
8	récolte	échantillon		(pesage)	Vertes		
9				PF	PF + Tare	PS + Tare	Tare
10							
11	16/07/01	1			73.992	69.240	64.503
12		2			70.782	67.147	64.256
13		3			75.223	69.581	64.930
14		4			73.862	69.370	64.860
15		5			74.146	69.046	64.293

	H	I	J	K	L	M	N	O	P
6									
7	Aiguilles			Rameaux			Rameau		
8	sèches			exposés			protégé		
9	PF + Tare	PS + Tare	Tare	PF + Tare	PS + Tare	Tare	PF + Tare	PS + Tare	Tare
10									
11				8.990	7.556	6.177	2.849	2.455	2.066
12				8.805	7.476	6.223	6.952	6.608	6.141
13				9.518	7.827	6.179	3.008	2.547	2.070
14				9.210	7.742	6.166	2.684	2.392	2.070
15				9.996	8.116	6.135	3.012	2.553	2.064

5.4.2 Feuille : Témoins Masse fraîche

	A	B	D	E	F	G	H	I	K
6			Masse fraîche (g)						
7	Date	Numéro	Echantillon	Aiguilles	Aiguilles	Aiguilles	Rameaux	Rameau	Echantillon
8	récolte	échantillon	(pesage)	Vertes	sèches	total	exposés	protégé	(calcul)
9									
10									
11	16/07/01	1		9.489		9.489	2.813	0.783	13.085
12		2		6.526		6.526	2.582	0.811	9.919
13		3		10.293		10.293	3.339	0.938	14.570
14		4		9.002		9.002	3.044	0.614	12.660
15		5		9.853		9.853	3.861	0.948	14.662
16		moyenne		9.033		9.033	3.128	0.819	12.979

5.4.3 Feuille : Témoins Masse sèche

	A	B	D	E	F	G	H	I
6			Masse sèche (g)					
7	Date	Numéro	Echantillon	Aiguilles	Aiguilles	Aiguilles	Rameaux	Rameau
8	récolte	échantillon	(calcul)	Vertes	sèches	total	exposés	protégé
9								
10								
11	16/07/01	1	6.505	4.737		4.737	1.379	0.389
12		2	4.611	2.891		2.891	1.253	0.467
13		3	6.776	4.651		4.651	1.648	0.477
14		4	6.408	4.510		4.510	1.576	0.322
15		5	7.223	4.753		4.753	1.981	0.489
16		moyenne	6.305	4.308		4.308	1.567	0.429

5.4.4 Feuille : Témoins % Masse sèche

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
6				Répartition masse sèche (%)					
7	Date	Numéro		Echantillon	Aiguilles	Aiguilles	Aiguilles	Rameaux	Rameau
8	récolte	échantillon			Vertes	sèches	total	exposés	protégé
9									
10									
11	16/07/01	1		100.0	72.8		72.8	21.2	6.0
12		2		100.0	62.7		62.7	27.2	10.1
13		3		100.0	68.6		68.6	24.3	7.0
14		4		100.0	70.4		70.4	24.6	5.0
15		5		100.0	65.8		65.8	27.4	6.8
16		moyenne		100.0	68.1	0.0	68.1	24.9	7.0

5.4.5 Feuille : Témoins Teneur en eau

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
6				Teneur en eau (%)					
7	Date	Numéro		Echantillon	Aiguilles	Aiguilles	Aiguilles	Rameaux	Rameau
8	récolte	échantillon			Vertes	sèches	total	exposés	protégé
9									
10									
11	16/07/01	1		101.2	100.3		100.3	104.0	101.3
12		2		115.1	125.7		125.7	106.1	73.7
13		3		115.0	121.3		121.3	102.6	96.6
14		4		97.6	99.6		99.6	93.1	90.7
15		5		103.0	107.3		107.3	94.9	93.9
16		moyenne		106.4	110.9		110.9	100.1	91.2

5.4.6 Feuille : Essais Série 0101

Essai		
Date	16/07/01	30/07/01
Numéro de l'essai	01071602	01073004
Numéro de la répétition	1	6
Panier		
Type (Grand, R=40 cm et H=20 cm))	Grand	Grand
Combustible du panier		
Type (PM = aiguilles Pin maritime sèches, FB = frisure de bois)	PM	FB
Masse anhydre (g)	500	200
Caractéristiques du foyer		
Alimentation en air à la base du foyer (O = ouvert, F = fermé)	F	O
Quantité d'alcool pour l'allumage (g)	10	8
Position du rameau de Pin d'Alep soumis à l'échauffement		
Hauteur (cm)		315
Distance entre l'échantillon et le thermocouple inférieur (cm)		5
Encombrement du rameau de Pin d'Alep soumis à l'échauffement		
Longueur couverte sur la verticale (cm)		22
Longueur couverte sur l'horizontale (cm)		20
Épaisseur couverte sur l'horizontale (cm)		15
Teneur en eau du combustible à l'intérieur du panier		
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	0.8	1.7
Inflammation et état du rameau de Pin d'Alep après l'essai		
Inflammation (Oui, Non)		Non
État des aiguilles (I = indemnes, R = roussies, N = noircies, D = détruites)		R N
État des rameaux (I = indemnes, R = roussis, N = noircis, D = détruits)		I R
Masse et teneur en eau du rameau de Pin d'Alep soumis à l'échauffement		
Masse verte du rameau (g)		15.680
Masse imbrûlée totale (g)		9.274
Proportion de masse disparue (%)		40.9
Masse verte des aiguilles imbrûlées (g)		5.088

Masse sèche des aiguilles imbrûlées (g)		.....	4.733
Teneur en eau des aiguilles imbrûlées, par rapport à la masse sèche (%)		.....	7.5
Masse verte des rameaux imbrûlées (g)		.....	3.230
Masse sèche des rameaux imbrûlées (g)		.....	1.807
Teneur en eau des rameaux imbrûlées, par rapport à la masse sèche (%)		.....	78.7
Masse verte du rameau (5 cm) dans le tube de support (g)		.....	0.944
Masse sèche du rameau (5 cm) dans le tube de support (g)		.....	0.508
Teneur du rameau (5 cm) dans le tube de support, par rapport à la masse sèche (%)		.....	85.8
Caractéristiques de l'air dans l'enceinte d'expérimentation			
Pression (hPa)	1022	.....	1025
Température sèche (°C)	22.0	.....	30.2
Température humide (°C)	16.3	.....	24.2
Ventilation du psychromètre normale (coefficient de correction)	0.79	.....	0.79
EWTS (hPa)	26.42	.....	42.92
EWTM (hPa)	18.52	.....	30.19
ETS (hPa)	14.01	.....	25.45
Humidité relative (%)	53.0	.....	59.3
Déficit de saturation (hPa)	12.41	.....	17.47
Température du point de rosée (°C)	12.0	.....	21.4
Repérage vidéo			
Numéro de la cassette SVHS	0101	.....	0101
Début de l'enregistrement sur la bande (hh:mn:ss)	00:00:00	.....	00:57:20
Observations			
		.....	(17)

5.4.7 Feuille : Inflammation rameau

Numéro	Combustible		Rameau		
	Essai	Type	Masse	Présence	Position
01071602	PM	500	A.		
01071603	PM	500	P.		265
01071701	FB	200	A.		
01071702	FB	200	P.		265
01071703	FB	200	P.		315
01071704	PM	500	P.		315
01071705	PM	500	P.		265

Inflammation et combustion du rameau de Pin d'Alep					
Inflamm.	Départ Essai	Début Infl.	Fin Infl.	Délai Infl.	Délai Comb.
Oui	14:51:01	14:51:17	14:51:25	16	08
Oui	14:15:39	14:15:49	14:15:55	10	06
Non					
Non					
Oui	15:51:24	15:51:36	15:51:43	12	07

5.5

5.6 Les dossiers papier et les archives vidéo

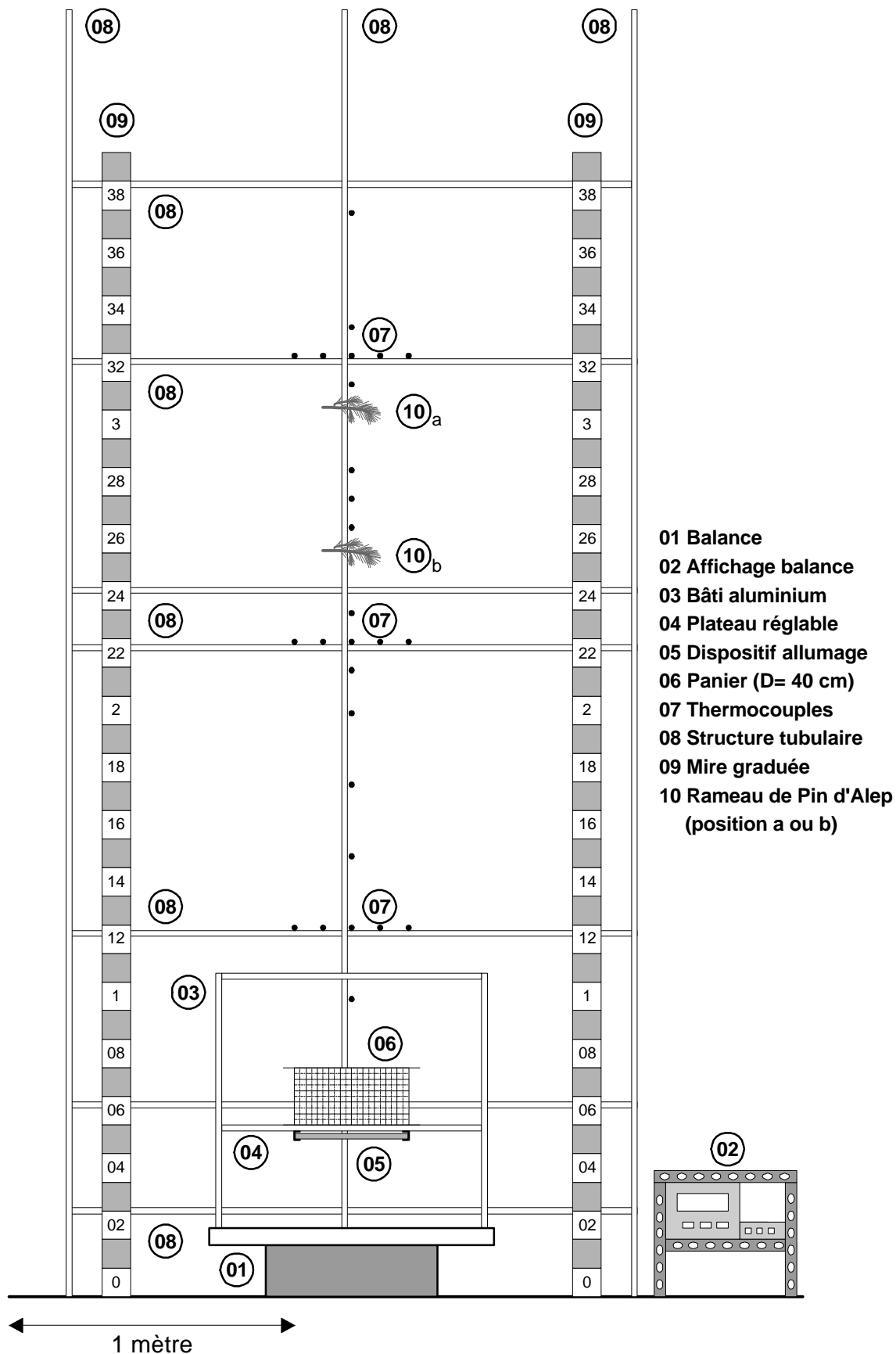
Les fiches d'essais papier sont conservées et classées dans des chemises plastifiées sur le site des Vignères.

Tous les enregistrements vidéo des essais ont été recopiés sur les cassettes SVHS numérotées 0101 et 0107.

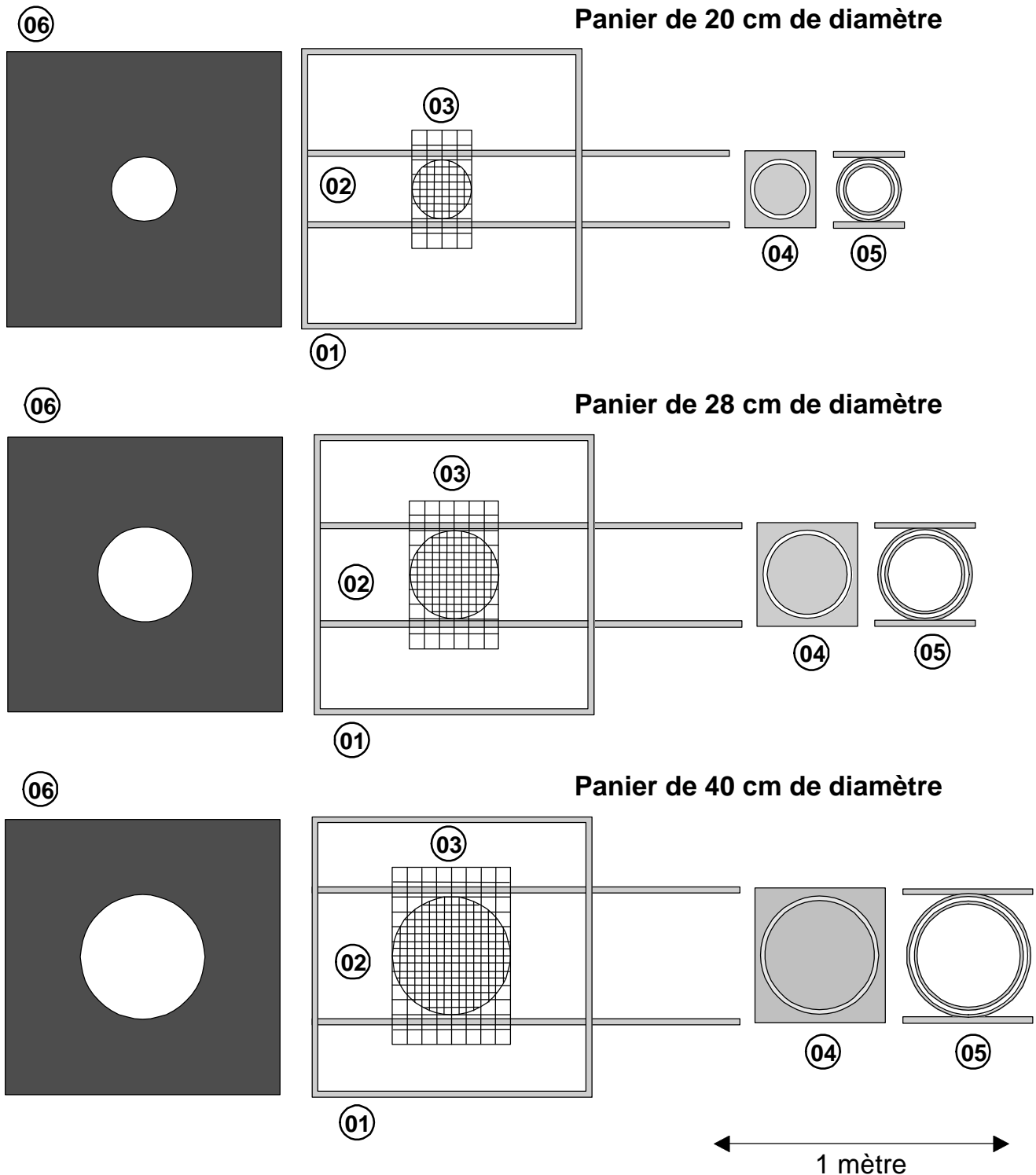
Essai n°	Cassette n°	Début enregistrement (Top) hh:mn:ss
01071602	1	
01071603	1	
01071701	1	
01071702	1	
01071703	1	
01071704	1	
01071705	1	
01071801	1	
01071802	1	
01071803	1	
01071804	1	
01071805	1	
01071901	1	
01071902	1	
01071903	1	
01071904	7	
01071905	7	
01072001	7	
01072002	7	
01072003	7	
01072004	7	
01072005	7	
01072601	7	
01072602	7	
01072603	7	
01072604	7	
01072605	7	
01072701	7	
01072702	7	
01072703	7	
01072704	7	
01072705	7	
01072706	7	
01073001	7	
01073002	7	
01073003	7	
01073004	7	

6 ANNEXES

6.1 Schéma du banc



6.2 Plateau de combustion, paniers et dispositifs d'allumage



01 Support réglable du plateau de combustion

02 Rails du dispositif d'allumage

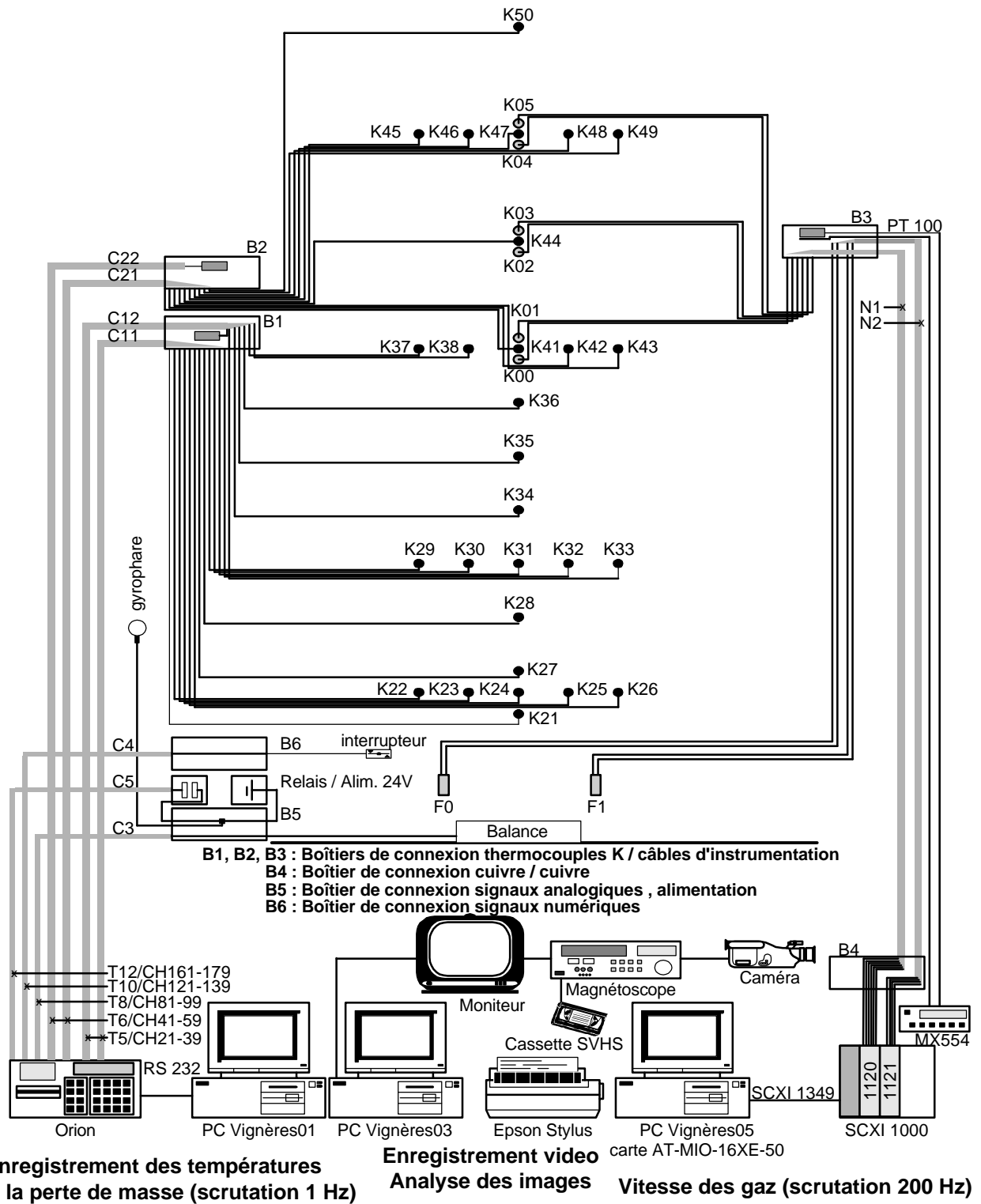
03 Panier

04 Dispositif d'allumage (air freiné)

05 Dispositif d'allumage (air libre)

06 Plaque de tôle

6.3 Instrumentation du banc



6.4 Fiche d'essai brûlage (page 1)

SERIE 0101	
Date	
Numéro de l'essai (aammjinn)	

Paniers	
Type	Grand
Combustible du panier	
Type	
Masse anhydre (g)	
Caractéristiques du foyer	
Accès libre	oui non
Quantité d'alcool (g)	
Position du rameau de Pin d'Alep soumis à l'échauffement	
Hauteur (cm)	265 315
Distance entre l'échantillon et le thermocouple inférieur (cm)	
6.5 Encombrement du rameau soumis à l'échauffement	
Longueur couverte sur la verticale (cm)	
Longueur couverte sur l'horizontale (cm)	
Epaisseur couverte sur l'horizontale (cm)	
Teneur en eau du combustible à l'intérieur du panier	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Inflammation et état du rameau après essai	
Inflammation	oui non
Etat des aiguilles (indemnes, roussies, noircies, détruites)	I R N D
Etat des rameaux (indemnes, roussis, noircis, détruits)	I R N D

SERIE : Fiche d'essai brûlage (page 2)

Numéro de l'essai (aammjjnn)	
------------------------------	--

Masse et teneur en eau du rameau soumis à l'échauffement	
Masse verte totale (g)	
Masse imbrûlée totale (g)	
Teneur en eau des aiguilles imbrûlées	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Teneur en eau des rameaux imbrûlés	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Teneur en eau du rameau dans le tube de support	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Caractéristiques de l'air dans le hall	
Pression (hPa)	
Température sèche (°C)	
Température humide (°C)	
Ventilation normale (coefficient de correction)	0,79
Ventilation forcée (coefficient de correction)	0,65
EWTS (hPa)	
EWTM (hPa)	
ETS (hPa)	
humidité relative (%)	
déficit saturation (hPa)	
température point de rosée (°C)	

SERIE : Fiche d'essai brûlage (page 3)

Numéro de l'essai (aammjjnn)	
------------------------------	--

Fichier Orion (correction de la masse disparue)

Masse (sèche + eau) retenue pour l'essai (g)	
Indication de la balance en fin d'essai (g)	
Masse des imbrûlés (g)	
Correction du fichier <i>oammjjnn.csv</i>	oui non

Fichier National Instruments (vérification du nombre de lignes)

Heure au début de l'enregistrement (hh.mn.ss.00)	
Heure à la fin de l'enregistrement (hh.mn.ss.00)	
Durée de l'enregistrement (ss.00)	
Nombre d'enregistrements	
Nombre de lignes du fichier <i>nammjjnn.csv</i>	

Repérage vidéo

Numéro de la cassette SVHS	
Début de l'enregistrement sur la bande (hh.mn.ss)	

Observations

--

6.6 SERIE : Fiche d'essai des rameaux témoins

SERIE 0101	
Date	

Echantillon n° 1	
Masse verte totale (g)	
Teneur en eau des aiguilles vertes	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Teneur en eau des aiguilles jaunes et brunes	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Teneur en eau des rameaux	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	
Teneur en eau du rameau dans le tube de support	
Poids frais + tare (g)	
Poids sec + tare (g)	
Tare (g)	
Teneur en eau par rapport au poids sec (%)	