

# Image Cover Sheet

**CLASSIFICATION**

UNCLASSIFIED

**SYSTEM NUMBER**

55615



**TITLE**

ETUDE DE LA SIGNATURE PRES DE L'AXE DE LASERS AU NEODYME

**System Number:**

**Patron Number:**

**Requester:**

**Notes:**

**DSIS Use only:**

**Deliver to:** JR





**UNCLASSIFIED  
UNLIMITED DISTRIBUTION**

DREV REPORT 4484/88  
FILE: 3633B-008  
MARCH 1988

CRDV RAPPORT 4484/88  
DOSSIER: 3633B-008  
MARS 1988

**ÉTUDE DE LA SIGNATURE PRÈS  
DE L'AXE DE LASERS AU NÉODYME**

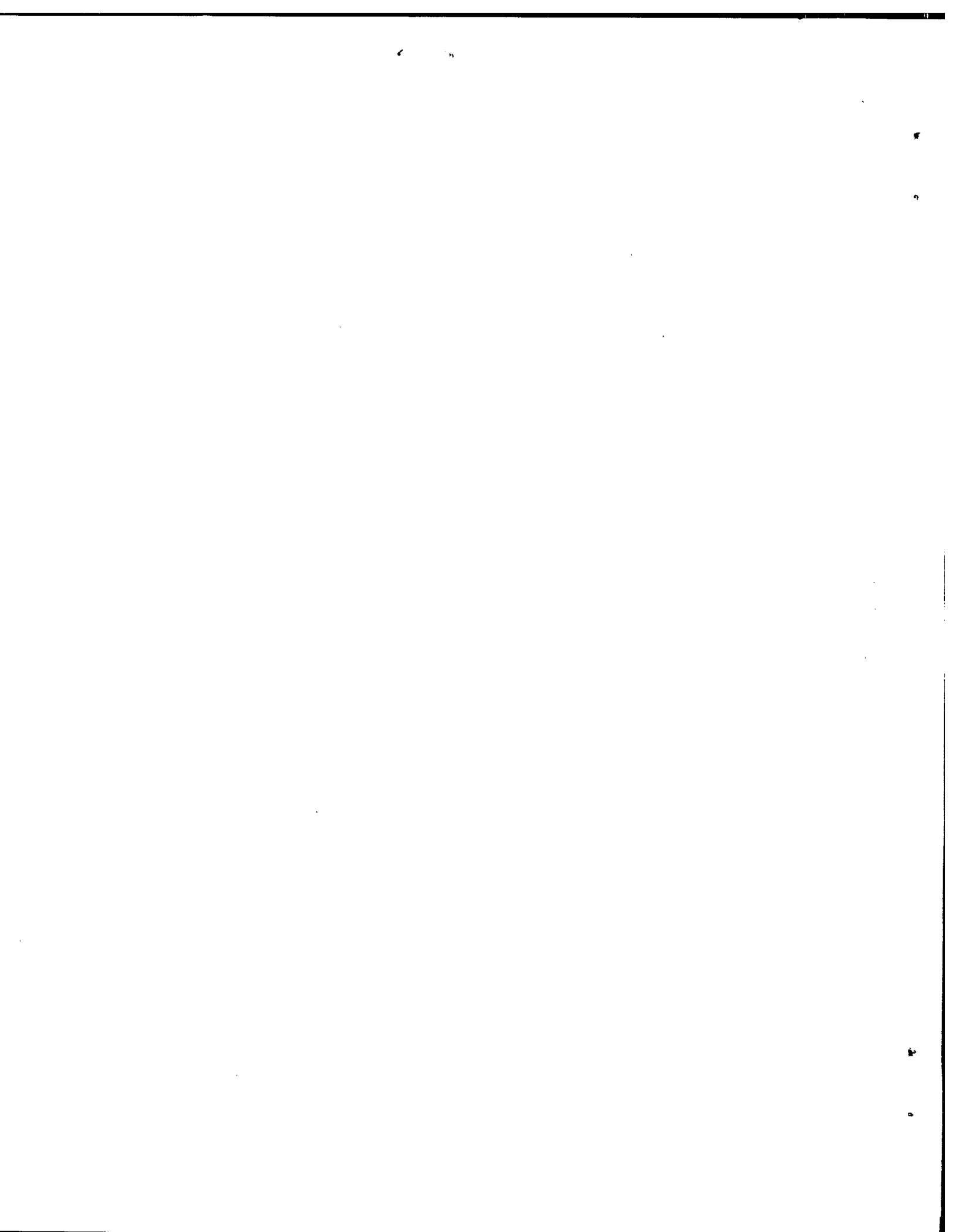
**A. Cantin**

RESEARCH AND DEVELOPMENT BRANCH  
DEPARTMENT OF NATIONAL DEFENCE  
CANADA

BUREAU - RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT  
MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE  
CANADA

**Defence Research Establishment  
Centre de recherches pour la Défense,  
Valcartier, Québec**

**SANS CLASSIFICATION  
DISTRIBUTION ILLIMITÉE**



DREV R-4484/88  
FILE: 3633B-008

UNCLASSIFIED

CRDV R-4484/88  
DOSSIER: 3633B-008

ÉTUDE DE LA SIGNATURE PRÈS  
DE L'AXE DE LASERS AU NÉODYME

par

A. Cantin

DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT  
CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE

VALCARTIER

Tel: (418) 844-4271

Québec, Canada

March/mars 1988

SANS CLASSIFICATION



ABSTRACT

This report investigates the near-axis signature of typical pulsed Nd:YAG lasers. A review of the physical mechanisms responsible for this signature is presented and related to near-axis laser detection. The methodology used for measuring the radiation scattered from the port of laser sources (port scattering) is then described. Finally, measurements from three field trials held at CFB Valcartier, QC, on the near-axis signature of a variety of Nd:YAG lasers are discussed. From radiometric results, the port scattering contributes almost two orders of magnitude more than the atmospheric scattering to the near-axis signature of each laser investigated.

RÉSUMÉ

30// Ce rapport étudie la signature près de l'axe de sources laser au néodyme (Nd:YAG). On revoit en premier lieu les différents phénomènes physiques à l'origine de la signature d'un laser et cela, dans le cadre de la détection laser de telles sources. La méthodologie utilisée pour caractériser radiométriquement la diffusion par l'optique de sortie y est ensuite décrite. Finalement, on y présente l'analyse des résultats obtenus à la suite d'une série de trois essais effectués dans les secteurs de la Base des Forces canadiennes, Valcartier, QC. L'objectif de ces essais était de mesurer la signature de plusieurs sources laser de type Nd:YAG d'utilisation courante au CRDV.// En ce qui concerne la signature de chacun des lasers étudiés, les mesures radiométriques montrent que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie est presque deux ordres de grandeur plus importante que celle de la diffusion de nature atmosphérique.

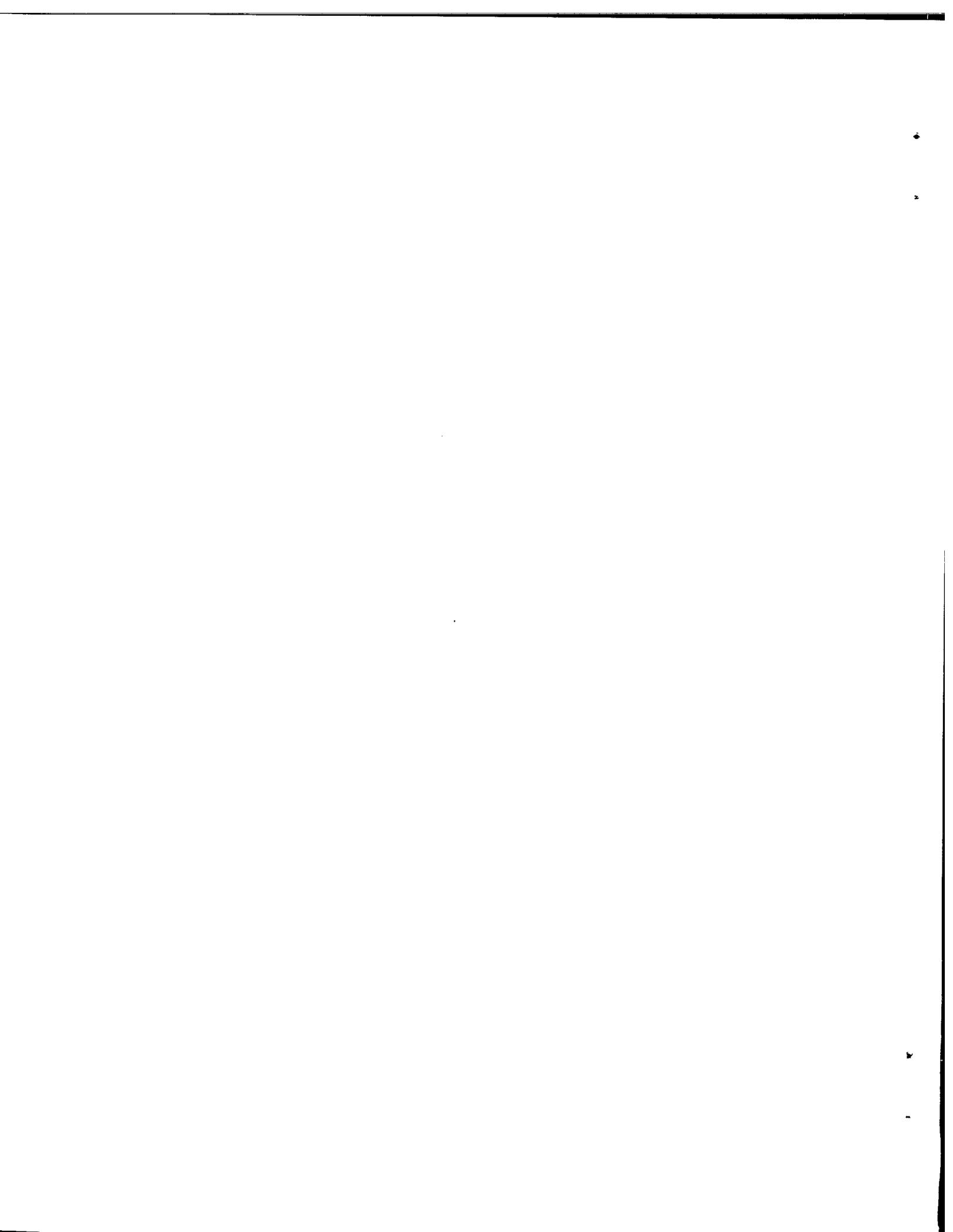
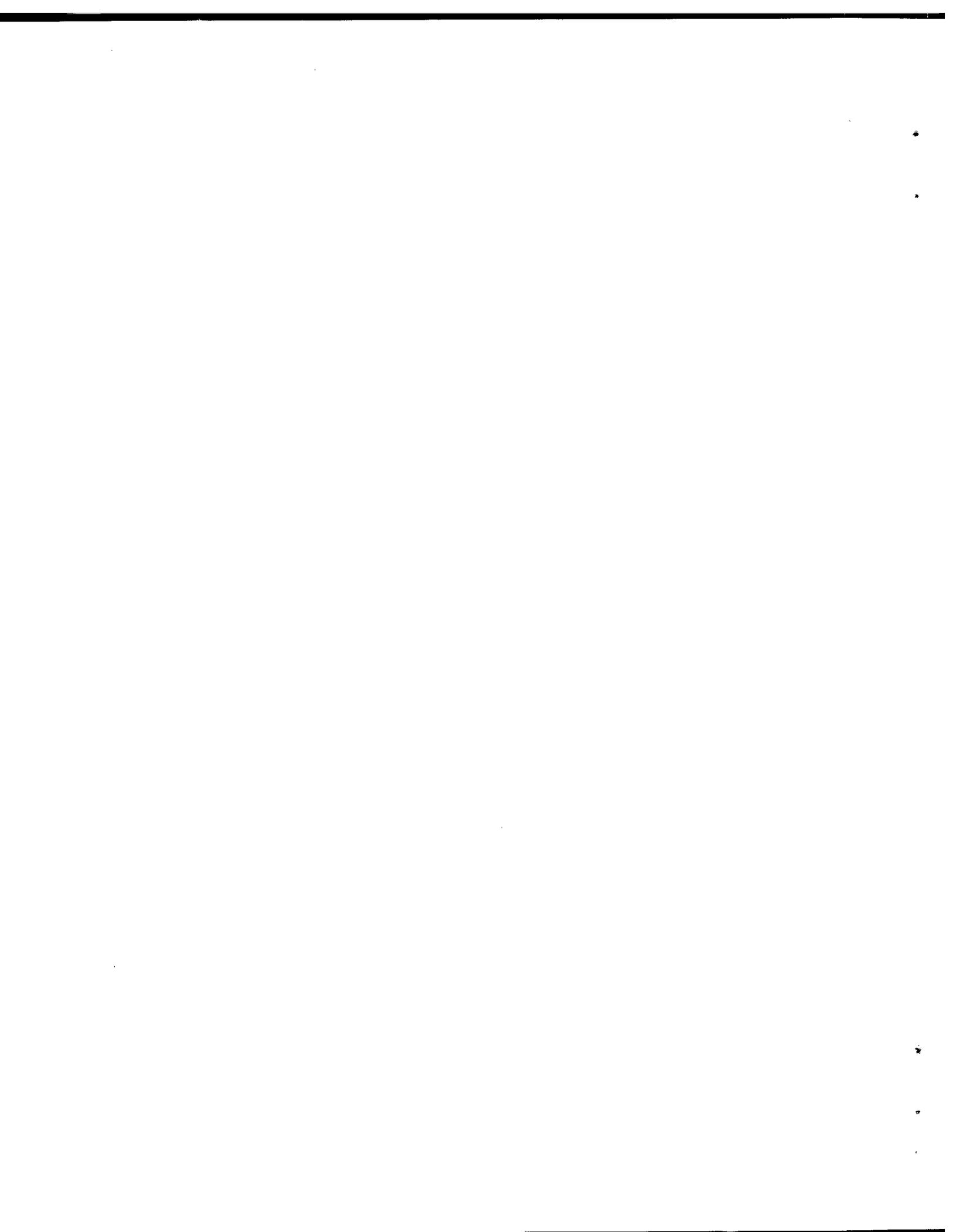


TABLE DES MATIÈRES

ABSTRACT/RÉSUMÉ .....	i
1.0 INTRODUCTION .....	1
2.0 SIGNATURE LASER PRÈS DE L'AXE À 1.06 $\mu\text{m}$ .....	1
2.1 Physique de la détection laser .....	1
2.2 Diffusion par l'optique de sortie .....	3
2.3 Diffusion atmosphérique .....	3
3.0 MÉTHODE DE MESURE DE LA SIGNATURE PRÈS DE L'AXE D'UN LASER .....	4
3.1 Objectif poursuivi .....	4
3.2 Considérations générales sur le montage utilisé .....	4
3.3 Description de la procédure expérimentale .....	6
4.0 MESURES DE SIGNATURE LASER .....	8
4.1 Description des sites utilisés .....	8
4.2 Description de l'instrumentation .....	11
4.3 Présentation des résultats et discussion .....	23
5.0 CONCLUSIONS .....	37
6.0 REMERCIEMENTS .....	38
7.0 RÉFÉRENCES .....	39
FIGURES 1 à 18	
TABLEAUX I à V	



## 1.0 INTRODUCTION

L'apparition des armes guidées par radiation laser sur le champ de bataille exige l'élaboration de techniques appropriées pour contrer cette nouvelle menace. La première étape dans cette direction est sûrement de doter d'un système d'alerte laser les différentes plates-formes exposées. Ce système d'alerte doit posséder la capacité de détecter et d'identifier la source laser dans la plus grande gamme possible de scénarios et de conditions atmosphériques. Le fonctionnement de ce système d'alerte repose habituellement sur la détection d'une source laser près de son axe, d'où l'importance de bien connaître le comportement de la signature laser près de l'axe. Cela représente le premier objectif de ce rapport.

Le chapitre 2.0 examine la physique de la signature laser près de l'axe. Le chapitre 3.0 présente une description de la méthode de mesure choisie. Finalement, le chapitre 4.0 décrit les sites et l'instrumentation utilisés et discute des résultats de mesure. Ceux-ci ont été obtenus dans le cadre de trois essais complétés dans les secteurs de la Base des Forces canadiennes (BFC) Valcartier, QC.

Ce travail a été complété au CRDV entre juillet 1984 et décembre 1986 dans le cadre du PCN 33B08, Détection de la menace laser.

## 2.0 SIGNATURE LASER PRÈS DE L'AXE À 1.06 $\mu\text{m}$

### 2.1 Physique de la détection laser

La signature d'une source laser près de son axe peut très bien être décrite en examinant de quelle façon un système d'alerte laser détecte cette source. Le système d'alerte est habituellement conçu pour détecter le faisceau direct du laser ainsi que sa diffusion à l'optique de sortie ou sa diffusion par les particules atmosphériques.

On signifie ici par faisceau direct, la partie énergétique du faisceau définie par sa divergence. C'est notamment ce qui survient dans le cas d'un laser de poursuite. La divergence élevée du faisceau utilisé permet au système d'alerte de demeurer à l'intérieur du faisceau direct pour toute la gamme des distances d'engagement. Cependant, lors de la détection d'un télémètre ou d'un désignateur laser, la divergence des faisceaux étant beaucoup plus petite, le laser peut ne pas irradier directement le système d'alerte. La détection doit alors reposer sur la capacité de détecter la radiation laser diffusée, soit par l'optique de sortie de la source, soit par les aérosols atmosphériques.

Les causes de la diffusion laser par l'optique de sortie dépendent en général des facteurs suivants:

- a) la présence de particules diffusantes (poussières, vapeur d'eau) et d'imperfections sur l'optique de sortie de tels lasers;
- b) la diffusion interne survenant en dedans de l'optique de sortie;
- c) les réflexions à l'intérieur de la tête de l'émetteur;
- d) l'émission spontanée et les réflexions produites sur les parois internes du laser; et
- e) la diffraction résultant de la pupille de sortie du laser.

Précisons que la contribution estimée de la diffraction est en général de 4 à 5 ordres de grandeur inférieure au niveau de la signature mesurée. La diffusion atmosphérique vient de la diffusion simple par les particules d'aérosols localisées dans la zone de propagation du faisceau. La contribution relative de ces différents mécanismes dépend beaucoup de la distance de la source, du type de laser et de sa longueur d'onde de fonctionnement, de la divergence du faisceau et des propriétés diffusantes de l'atmosphère.

Un système d'alerte laser est conçu tout d'abord pour détecter directement le faisceau laser à condition que le système reste à l'intérieur de la zone de divergence du faisceau. Hors de cette zone, il devra en plus être capable de détecter la radiation laser diffusée par l'optique de sortie du laser. En général, comme nous le verrons plus loin, le niveau de ce type de radiation est plus élevé que celui des aérosols atmosphériques.

## 2.2 Diffusion par l'optique de sortie

Aucun modèle physique n'existe présentement pour prédire d'une façon satisfaisante l'intensité de ce type de diffusion. Généralement, l'intensité diffusée décroît très rapidement avec la distance hors axe. De plus, on suppose habituellement une symétrie axiale pour la distribution de l'énergie laser autour de son axe optique. Les paramètres susceptibles de contrôler l'intensité de diffusion sont le mode de construction du laser, sa longueur d'onde, ses modes de fonctionnement, la qualité optique et le degré de propreté de son optique de sortie. La détection de ce type de diffusion de nature ponctuelle exige que l'optique de sortie du laser soit maintenue en tout temps à l'intérieur du champ de vision du système de détection.

## 2.3 Diffusion atmosphérique

La diffusion atmosphérique est la résultante des contributions individuelles de chaque particule d'aérosol présente dans le faisceau. Contrairement au cas précédent, l'intensité de la diffusion atmosphérique peut être estimée par l'utilisation d'un modèle de diffusion simple de Mie. À cette fin, la distribution dimensionnelle des particules et leur indice complexe de réfraction doivent être connus. La sphéricité des particules est habituellement supposée dans les calculs. Ainsi, l'intensité du signal diffusé peut être évaluée en particulier dans la région du proche infrarouge ( $1.06 \mu\text{m}$ ) où la diffusion de Mie prédomine

sur la diffusion de Rayleigh. La diffusion de Mie apparaît comme une source linéaire de radiation dont la longueur est déterminée, soit par le champ de vision du système de détection, soit par la longueur de l'impulsion laser. La distribution angulaire de l'intensité diffusée est maximale dans la direction de propagation du faisceau. C'est avant tout cette caractéristique qui est mesurée lorsque la détection est effectuée près de l'axe.

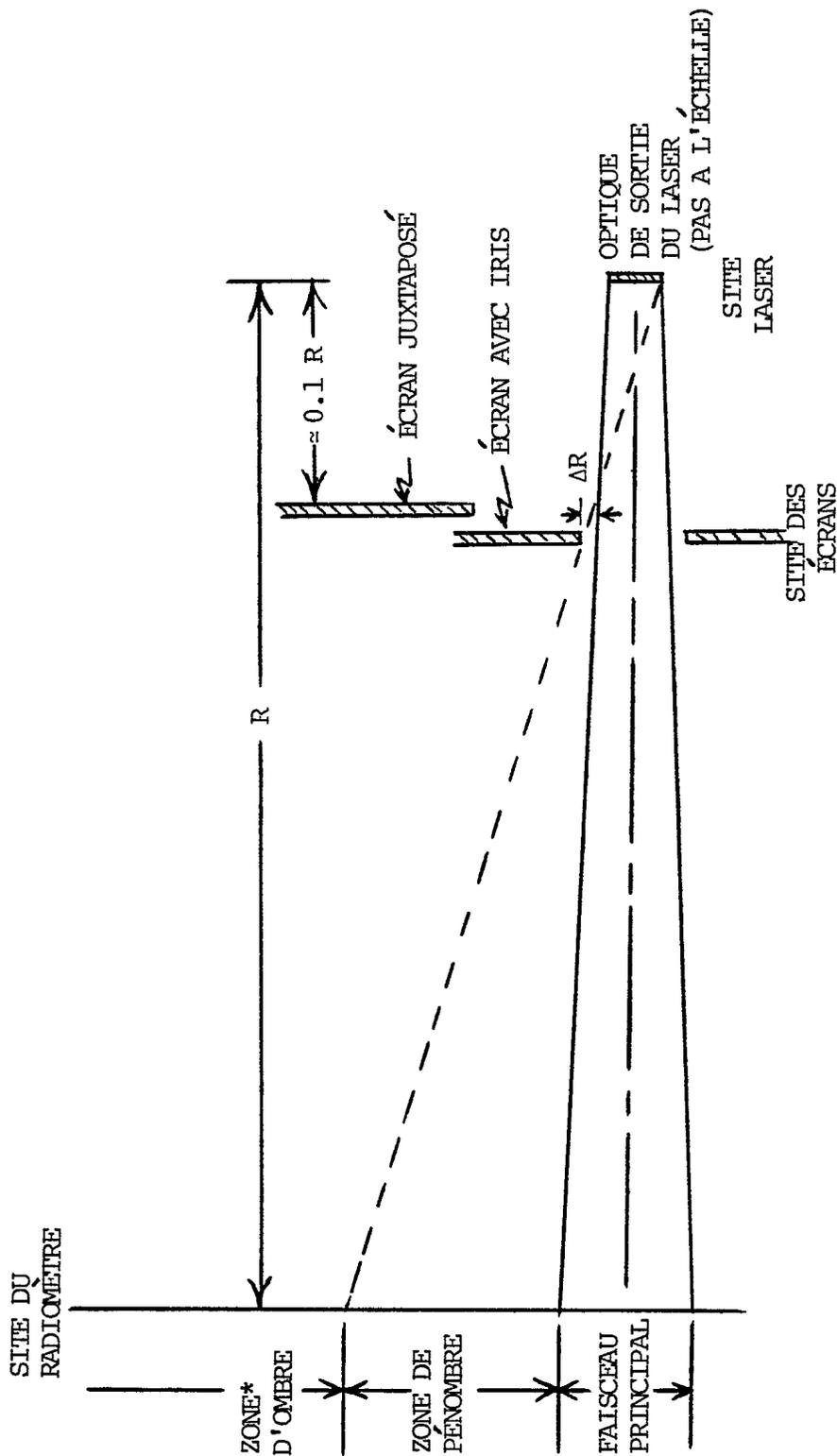
### 3.0 MÉTHODE DE MESURE DE LA SIGNATURE PRÈS DE L'AXE D'UN LASER

#### 3.1 Objectif poursuivi

L'objectif poursuivi par cette mesure est de quantifier la contribution de chaque type de diffusion à la signature près de l'axe d'un laser. La connaissance de la variation de l'intensité de la diffusion par l'optique de sortie avec la distance hors axe découle de cette mesure.

#### 3.2 Considérations générales sur le montage utilisé

La signature près de l'axe d'un laser est établie par la mesure radiométrique de la radiation laser effectuée à différentes distances hors axe du laser. Ces mesures sont répétées en présence d'écrans dont l'un est muni d'un iris ajustable permettant de supprimer complètement la diffusion par l'optique de sortie du laser. La fig. 1 précise la géométrie utilisée dans ce dernier cas. La position de l'iris est ajustée pour permettre au faisceau laser de passer sans l'altérer et de maintenir l'alignement sur le site du radiomètre. Ainsi trois zones bien distinctes sont créées au site de détection. On peut désigner chacune de ces régions: zone du faisceau principal, zone de pénombre et zone d'ombre. Si le radiomètre est déplacé hors axe, l'optique du laser se trouve successivement: complètement dans le champ de vision du radiomètre, partiellement dans son champ et finalement entièrement



\* Diffusion atmosphérique seulement

FIGURE 1 - Géométrie utilisée pour supprimer complètement la diffusion par l'optique de sortie du laser

masquée. Par exemple, lorsque le radiomètre est déplacé dans la zone d'ombre complète, seule la diffusion atmosphérique sera mesurée. Les intensités radiométriques mesurées avec et sans écrans peuvent être comparées pour établir le niveau de la contribution relative de chaque type de diffusion à la signature du laser.

Cependant, la création d'une zone bien définie d'ombre complète implique que la distance entre l'écran et la source doit être choisie dans les environs de 10% de la distance totale entre les sites du laser et du radiomètre. Le choix de cette dernière distance se situait autour de 3 km pour simuler une distance voisine de celle utilisée lors d'un scénario d'engagement d'une cible par un désignateur. Les écrans sont ainsi gardés dans le champ lointain de radiation du laser tout en maintenant la distance de propagation à partir des écrans le plus près possible de 3 km, soit 2.7 km. Cette dernière garantit le même niveau de diffusion atmosphérique incidente au radiomètre, indépendamment de la présence ou non des écrans.

### 3.3 Description de la procédure expérimentale

#### 3.3.1 Mesures sans écrans

En tout premier lieu, l'opérateur du laser aligne le faisceau sur le site du radiomètre à l'aide du télescope du laser. Le centre du faisceau laser est alors déterminé au site du radiomètre en utilisant un indicateur de poche de danger laser (I-LID). Des corrections finales sont alors apportées à l'alignement laser pour centrer le faisceau sur l'optique d'entrée du radiomètre. Le radiomètre est alors déplacé à des distances hors axe prédéterminées transversalement à la ligne de tir laser fixe. Pour chacune de ces positions, incluant celle sur l'axe, l'axe optique du radiomètre est toujours réaligné sur le site laser et les intensités radiométriques de la signature mesurées. Le radiomètre est installé sur un support monté sur un chariot mobile

jusqu'à une distance de 9 m hors axe du faisceau. Le déplacement du radiomètre limité à un côté seulement du faisceau suppose qu'une symétrie circulaire de la signature du faisceau existe autour de son axe. A la fin des mesures, le radiomètre est replacé sur l'axe du faisceau. Le centre du faisceau est à nouveau localisé pour confirmer que son alignement n'a pas changé depuis le début. Finalement, à titre de vérification, une mesure radiométrique est répétée sur l'axe du faisceau.

### 3.3.2 Mesures avec écrans

En s'assurant que l'alignement laser est maintenu, un premier écran muni d'un iris fermé est installé au site des écrans pour masquer le site du radiomètre de la vue de l'opérateur du laser. Le centre de la tache laser est alors déterminé sur l'iris fermé à l'aide d'un convertisseur d'images (metascope). La position transversale relative de l'écran est réajustée pour centrer la tache laser sur l'iris fermé. Un I-LID est alors utilisé pour déterminer plus précisément le centre de la tache laser dans les deux axes. Si nécessaire, des corrections finales dans la position transversale de l'iris sont apportées. Un radiomètre portatif à piles (ILS LEM-3) est ensuite employé pour déterminer le profil radial du faisceau dans le plan horizontal. Cette mesure permet de marquer sur l'iris les positions radiales pour lesquelles la densité de puissance du faisceau a baissé par un facteur 10 (points 10 db). Les portes de l'iris sont alors ouvertes pour permettre le passage du faisceau principal. L'ouverture de l'iris est réglée à une largeur de 5 à 6 cm supérieure à la largeur du faisceau correspondant aux points 10 db. Ce dernier ajustement assure une détection intégrale du faisceau au site du radiomètre. La juxtaposition d'un autre écran au premier garantit que l'optique du laser demeurera invisible au radiomètre même lorsque celui-ci est déplacé à l'extrémité de la zone d'ombre totale.

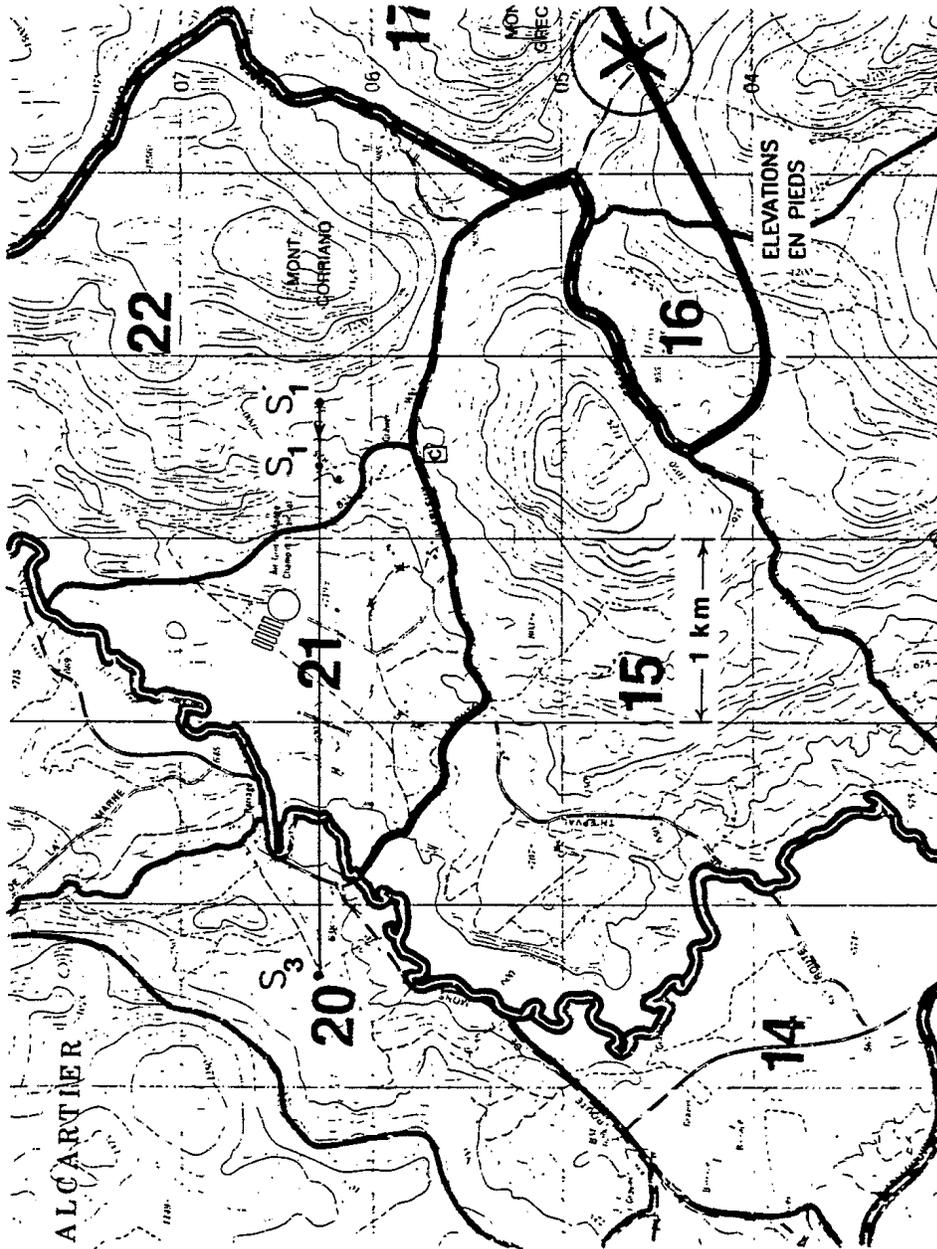
Une vérification finale de l'alignement laser sur l'optique du radiomètre est alors complétée. Finalement, une procédure identique à celle utilisée lors des mesures radiométriques de la signature laser en l'absence des écrans est répétée.

#### 4.0 MESURES DE SIGNATURE LASER

##### 4.1 Description des sites utilisés

La mesure de la signature des sources laser, modèles NT-154 et NT-172, a été complétée lors d'un essai sur le terrain effectué en août 1984 dans les Secteurs 20 et 22 de la Base des Forces canadiennes (BFC) Valcartier. Le site laser ( $S'_1$ , identifié sur la fig. 2a) était localisé dans la pente d'une colline et le tir laser était dirigé vers le site du radiomètre ( $S_3$ ) localisé sur un plateau à 3.1 km à l'ouest de  $S'_1$ . Le site des écrans ( $S_1$ ) était localisé au sommet d'une petite colline à une distance de 380 m de  $S'_1$ , sur la ligne reliant  $S'_1$  à  $S_3$ . La sélection de ces sites permettait à la fois de satisfaire les exigences de la sécurité laser et les critères géométriques décrits à la section 3.2.

La signature du LORADS (Laser Optical Ranging and Designating System) a été mesurée durant un essai effectué en octobre 1986 dans les Secteurs 20 et 22 de la BFC Valcartier. Pour cet essai, le site laser précédent ( $S'_1$ , fig. 2a) n'était plus accessible sans consacrer des efforts considérables à son réaménagement en dedans d'une période de temps raisonnable. Une nouvelle localisation du site laser s'avérait nécessaire. La fig. 2b montre la position de ce nouveau site laser ( $s'_1$ ), situé à l'arrière-plan du plateau du Secteur 20. Le site du radiomètre ( $s_3$ ) était relocalisé à 2.86 km à l'est du site laser, face aux plaines de Sangro. Le site de l'écran ( $s_1$ ) se trouvait à 310 m de  $s'_1$  sur la ligne joignant les sites  $s'_1$  et  $s_3$ . Une plate-forme hydraulique était utilisée pour élever le site des écrans au-dessus du plateau



a) lasers NT-172 et NT-154

FIGURE 2 - Localisation des sites (laser, écrans et radiomètre) lors des mesures de signature hors axe dans les secteurs de la BFC Valcartier

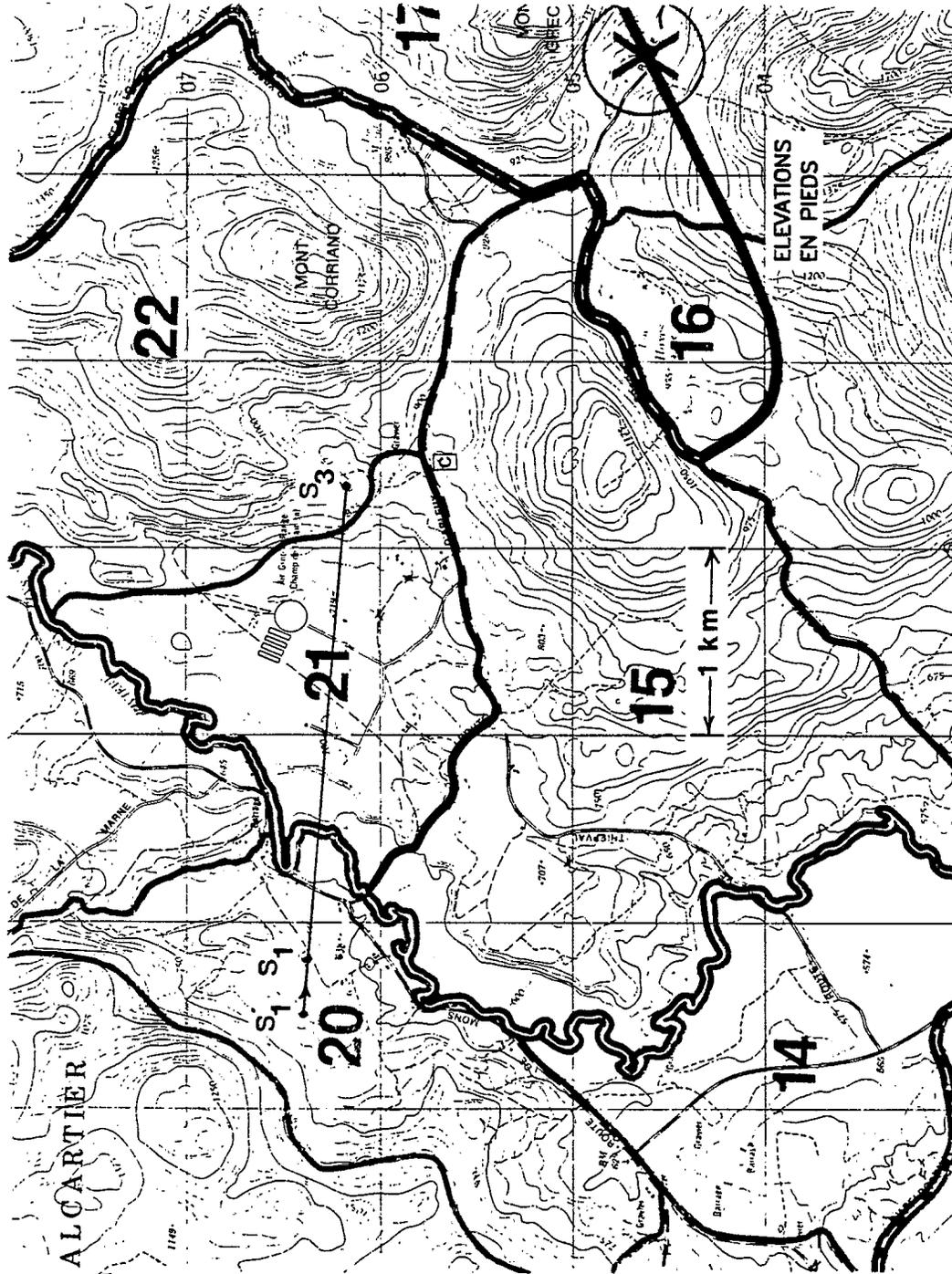


FIGURE 2 (suite) - b) laser LORADS

ce qui permettrait un alignement avec les points  $s'_1$  et  $s_3$ . La géométrie choisie permettait de satisfaire pleinement les critères discutés à la section 3.2. Le site du radiomètre était situé juste en face d'une colline qui diffusait sécuritairement la radiation laser.

## 4.2 Description de l'instrumentation

### 4.2.1 Sources laser

Des photographies de chacune des sources évaluées au cours des deux séries d'essais sont montrées à la fig. 3. Les caractéristiques d'émission de chaque laser sont toutes similaires si on examine de près la tableau I. Parmi ces sources, le LORADS est la seule construite suivant des spécifications militaires. On peut sûrement considérer cette version comme très représentative par exemple d'un GLLD (Ground Laser Locator Designator). La bonne performance du LORADS aux basses températures a été prouvée durant les essais où des températures avoisinant 0°C furent mesurées.

À l'occasion de chaque série de mesures, la source évaluée fut solidement ancrée au toit d'un véhicule de transport de troupes (APC) par un support. Ce dernier permettait de créer et de maintenir une ligne de visée laser sur le site du radiomètre jusqu'à ce que les mesures de signature soient complétées. La fig. 4 fait voir de quelle façon cette source était montée. L'utilisation de cette plate-forme déplaçable mais également très stable a grandement facilité l'alignement des sites. Les puissances de sortie de chaque laser étaient généralement mesurées avant et après chaque essai. Cependant, dans le cas du NT-154 et NT-172, une sortie témoin était utilisée pour caractériser la puissance de sortie de chacun de ces lasers durant les essais. La fig. 5 montre la ligne de visée aux sites des écrans et du radiomètre telle qu'elle a été observée du site du LORADS avec et sans écrans.



a) NT-154



b) NT-172

FIGURE 3 - Sources laser dont on a mesuré les signatures hors axe.

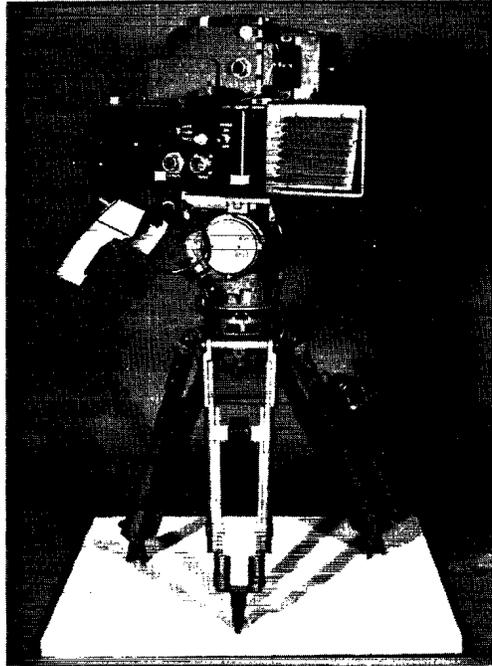


FIGURE 3 (suite) - c) LORADS

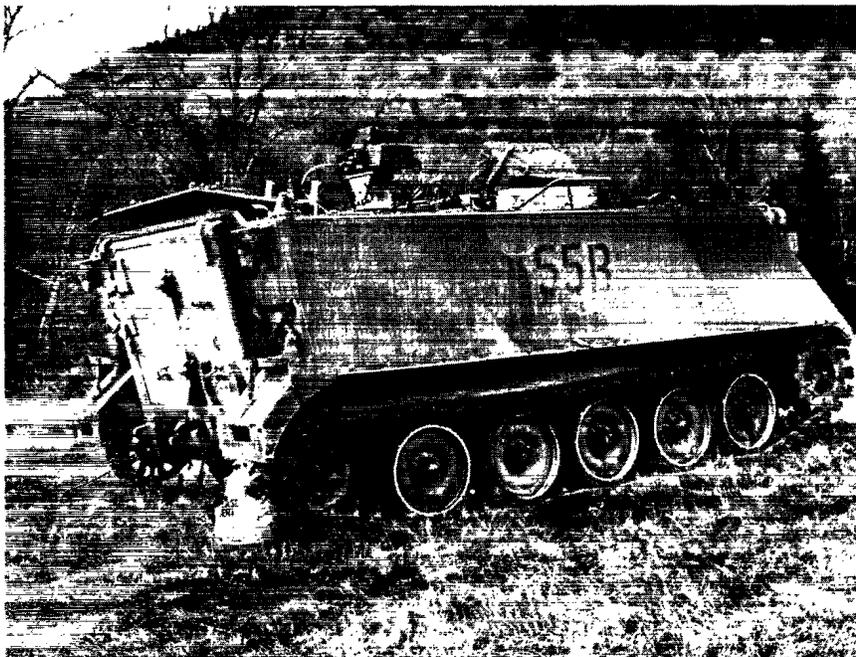
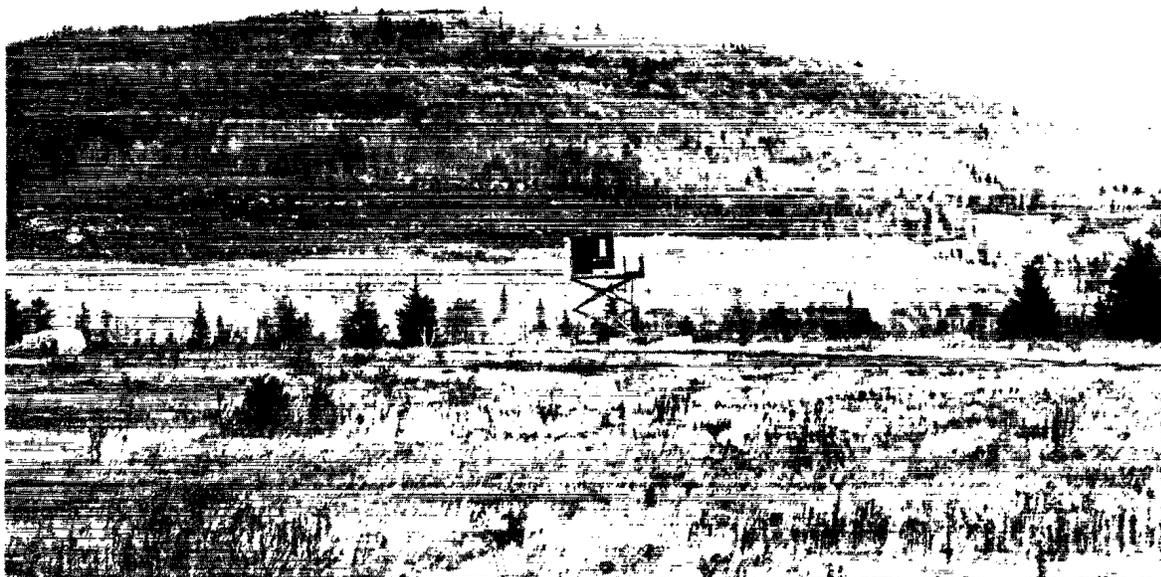


FIGURE 4 - Montage typique d'une source laser ancrée par un support au toit d'un véhicule de transport de troupes



a) sans écrans



b) avec écrans

FIGURE 5 - Ligne de visée au site des écrans et à celui du radiomètre observée du site LORADS

TABLEAU I

Caractéristiques d'émission des lasers utilisés

	NT-154*	NT-172*	LORADS*
Longueur d'onde ( $\mu\text{m}$ )	1.064	1.064	1.064
Energie/impulsion (mJ)	100	125	100
Divergence (mrad)	0.3 (points 10 dB)	0.22	0.3
Largeur d'impulsion (ns)	17 ( $\pm 4$ )	17 ( $\pm 4$ )	20 ( $\pm 5$ )
Puissance pointe (MW) (Nominale)	5.9	7.3	5.0
Fréquence de répétition (ips)	SS**,1,5,10, 20	SS,1,5,10,20, 30	SS,10,20
Diamètre du faisceau (cm)	7.6	7.6	7.0
Distance maximale (km) ( $\pm 5$ m)	30	N/A	20

\* International Laser Systems, Inc.

\*\* Single Shot

#### 4.2.2 Site du radiomètre

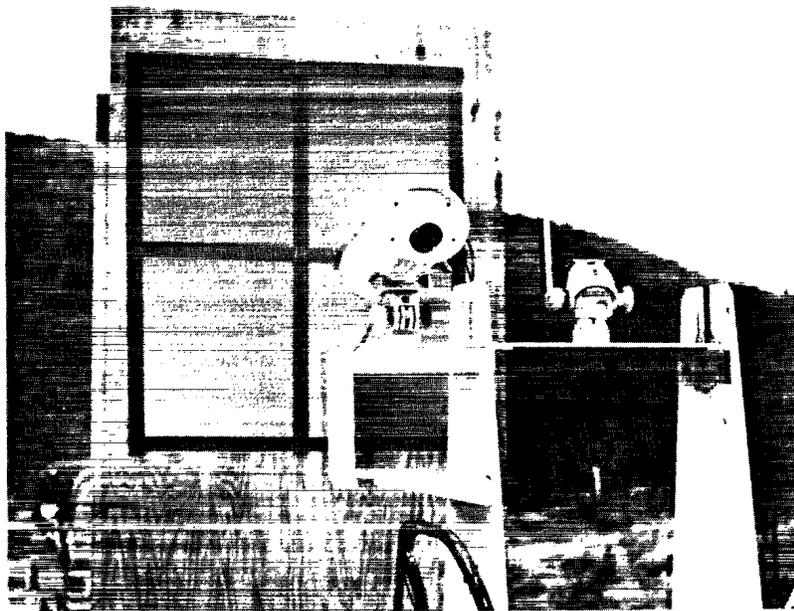
La fig. 6a montre le montage typique utilisé au site du radiomètre pour mesurer la signature de chaque source. L'utilisation d'une plate-forme de transport permettait de déplacer le chariot supportant le radiomètre jusqu'à des distances hors axe de 10 m. On peut aussi voir à l'avant-plan une caméra vidicon utilisée pour visualiser la tache laser sur l'écran lenticulaire placé derrière le radiomètre (fig. 6b). La sortie vidéo de la caméra est envoyée sur un moniteur TV pour suivre les fluctuations de la position de la tache. Juste à la gauche de l'écran lenticulaire (fig. 6a), un laboratoire mobile permet d'observer la sortie du radiomètre sur l'écran d'un oscilloscope à mémoire de 250 MHz. Un échantillonnage continu des impulsions détectées pour chaque position du radiomètre est effectué. De plus, une caméra de télévision est utilisée pour enregistrer sur ruban vidéo chaque forme d'onde d'impulsion laser observée sur l'oscilloscope pour utilisation future. Une base de temps (IRIG-B) et des données d'identification sont superposées au signal vidéo de la caméra. La fig. 7 montre une vue globale de l'instrumentation utilisée à l'intérieur du laboratoire.

Le tableau II fournit les caractéristiques de chaque radiomètre à régime impulsionnel utilisé. Le LID MKII a été utilisé durant les essais d'août 1984. Le radiomètre construit par la Cie SciTec Inc., Princeton, N.J., fut disponible seulement durant les essais d'octobre 1986. L'étalonnage de chaque radiomètre a été vérifiée en laboratoire à l'aide d'un laser Nd:YAG qui émettait des impulsions de 20 ns. Les résultats de cette vérification sont donnés au tableau III.

Les paramètres météorologiques étaient mesurés pendant chaque essai. Durant les essais d'août 1984, des échantillonnages de la distribution des particules d'aérosols furent aussi faits.



a) vue globale de l'installation



b) vue rapprochée de l'écran lenticulaire placé derrière le radiomètre

FIGURE 6 - Montage typique utilisé au site du radiomètre pour mesurer la signature de chaque source

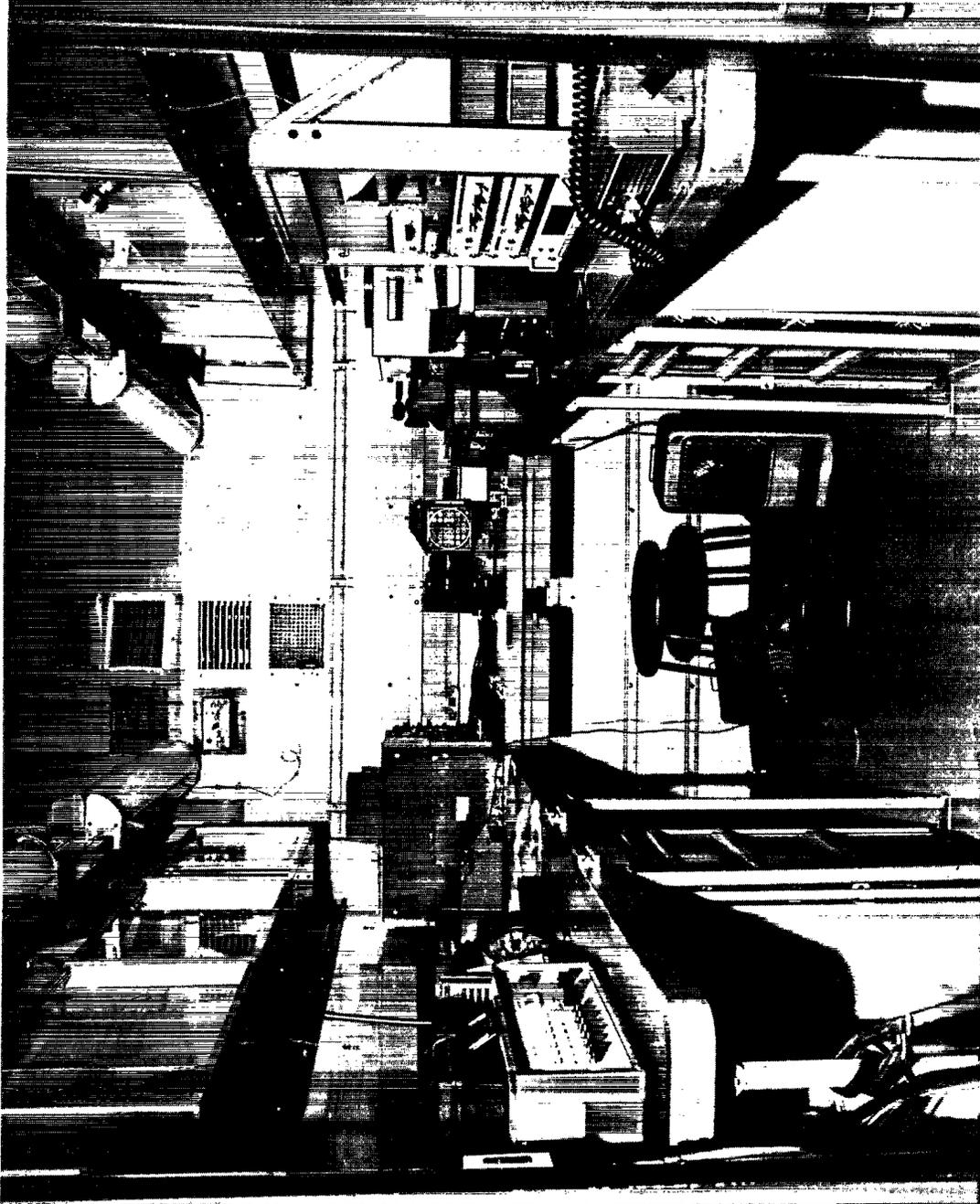


FIGURE 7 - Vue d'ensemble de l'instrumentation utilisée à l'intérieur du laboratoire mobile au site du radiomètre

TABLEAU II

Caractéristiques principales des radiomètres utilisés

	CRDV LID MKII	SciTec Modèle 8110
Détecteur	Si (spectre élargi) (RCA C30812)	Si (spectre élargi) (EGG YAG100)
Filtre d'interférence ( $\mu\text{m}$ )	1.064 (100 A b.p.)*	1.064 (100 A b.p.)*
Diamètre de l'optique d'entrée (mm)	Variable (5-100)	50
Champ de vision (deg)	4.1	2.0
Sensibilité ( $\text{W}/\text{cm}^2$ )	$1 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-9}$
Largeur de bande (MHz)	0.01-20	0.025-20 (min)
Gain électronique	2,5,15 ou 45 (variable)	$10^2, 10^3$ ou $10^4$ (variable)
Atténuation optique	1,10,10 <sup>2</sup> ,10 <sup>3</sup> ou 10 <sup>4</sup>	1,10 <sup>1</sup> ,10 <sup>2</sup> ou 10 <sup>3</sup>
Température de fonctionnement (°C)	-55 à +125	-40 à +70

\* b.p.: bande passante à mi-amplitude

TABLEAU III

Données d'étalonnage pour chaque radiomètre utilisé à 1.06  $\mu\text{m}$   
(Largeur d'impulsion de 18-20 ns)

Formule d'étalonnage

Densité de puissance ( $\text{W}/\text{cm}^2$ ) =  $C\alpha V_p / G$ ,

où:

C est la constante d'étalonnage donnée ci-dessous en  $\text{W}/\text{V}\text{-cm}^2$ ,

$\alpha$  est le facteur d'atténuation introduit par l'utilisation de filtres de densité neutre,

$V_p$  est la valeur pointe du signal radiométrique sur l'oscilloscope en V, et

G est le gain électronique choisi pour le radiomètre.

	CRDV LID MKII	SciTec Modèle 8110
C ( $\text{W}/\text{V}\text{-cm}^2$ )	$3.10 \times 10^{-3}/A_r^*$	$8.35 \times 10^{-3}$
$\alpha$	1,10,10 <sup>2</sup> ,10 <sup>3</sup> ou 10 <sup>4</sup>	1,10,10 <sup>2</sup> ,10 <sup>3</sup>
G	2,5,15 ou 45	10 <sup>2</sup> ,10 <sup>3</sup> ou 10 <sup>4</sup>

\*  $A_r$  est la surface d'ouverture corrigée du radiomètre en  $\text{cm}^2$ .

#### 4.2.3 Site des écrans

La fig. 8 fait voir le montage typique utilisé pour supprimer la diffusion par l'optique de sortie du LORADS durant les essais d'octobre 1986. L'écran total est formé d'un premier écran muni d'un iris ajustable et d'un deuxième écran juxtaposé au premier. Ces écrans sont constitués de feuilles de contreplaqué montées sur la plate-forme d'un échafaudage hydraulique. Sa position est ajustée en premier pour que l'iris soit centré sur l'axe du faisceau laser. La stabilisation de la plate-forme en position est assurée par l'utilisation de câbles d'acier reliant chaque coin à quatre blocs de béton placés sur le sol pour garder chaque câble tendu. La stabilisation individuelle de chacun des écrans est faite à l'aide de câbles comme le montre la fig. 8. Pour les essais d'août 1984, les écrans étaient plutôt montés sur le toit d'un autre véhicule de transport de troupes (APC) comme illustré à la fig. 9.

À la fig. 10, on peut discerner le radiomètre portatif (ILS LAM-3) monté sur un banc optique pour mesurer le profil radial du faisceau laser. La lecture de l'intensité laser incidente est effectuée directement à partir de l'indicateur monté sur le radiomètre. Cette mesure est requise pour déterminer la largeur du faisceau définie par les points 10 db (voir section 3.3). Par la suite, cette largeur est utilisée pour ajuster l'ouverture de l'iris rectangulaire pour ne pas bloquer le faisceau principal.

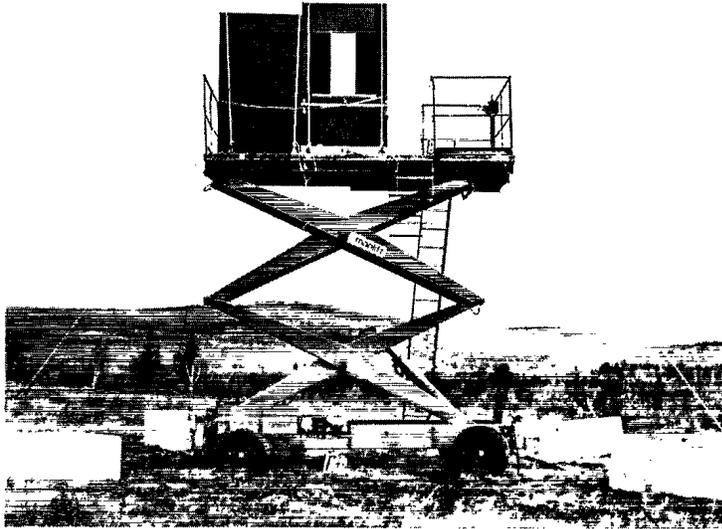


FIGURE 8 - Vue du montage des écrans utilisés pour supprimer la diffusion par l'optique de sortie du LORADS lors des essais d'octobre 1986 dans les secteurs de la BFC Valcartier

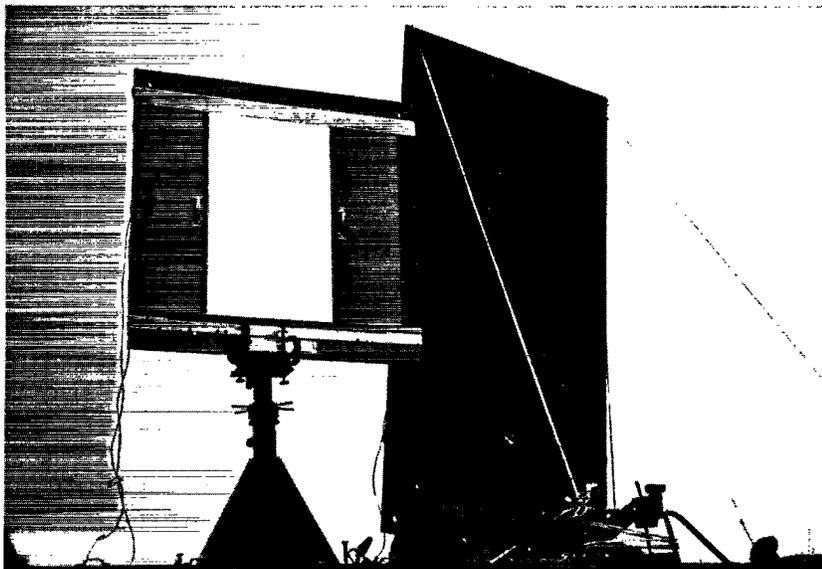


FIGURE 9 - Vue du montage des écrans utilisés pour supprimer la diffusion par l'optique de sortie des lasers NT-154 et NT-172 lors des essais d'août 1984 dans les secteurs de la BFC Valcartier

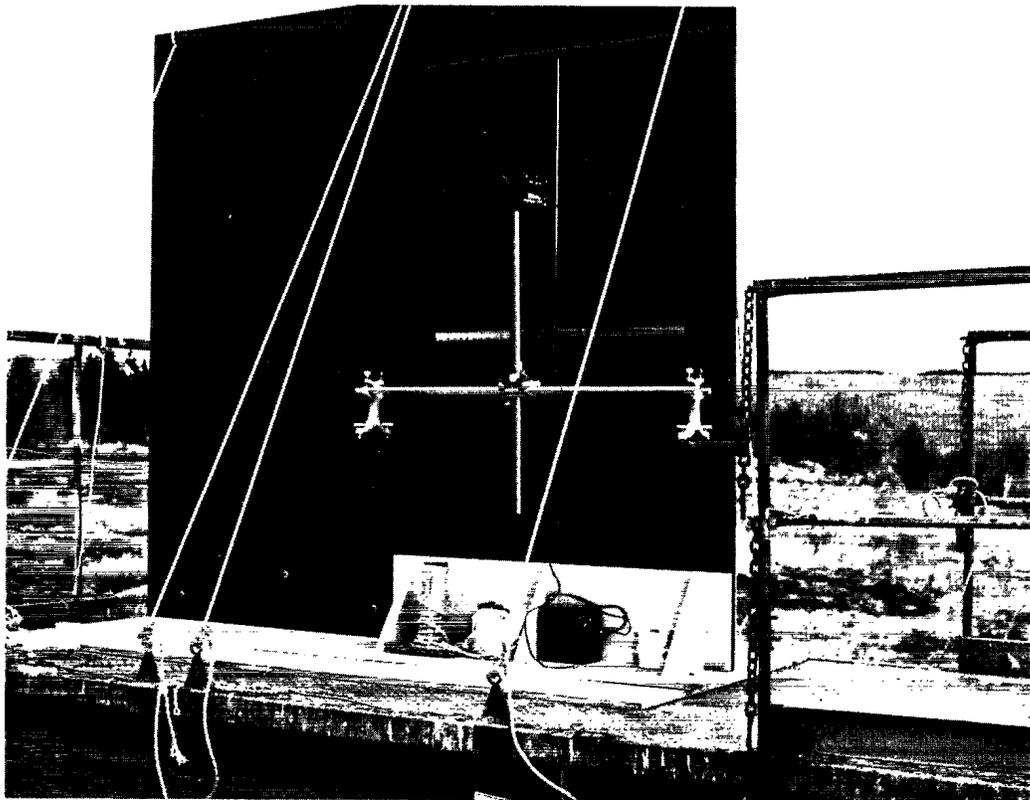
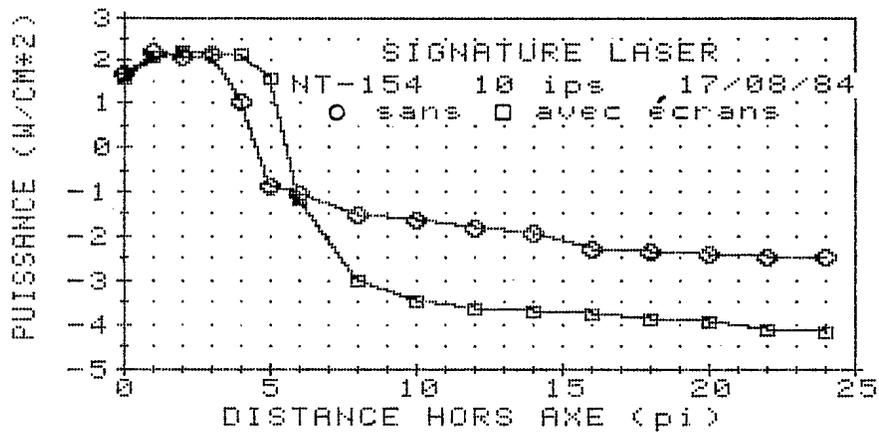


FIGURE 10 - Vue du radiomètre portatif (ILS, LSM-3) monté sur un banc optique pour mesurer le profil radial du faisceau laser au site des écrans

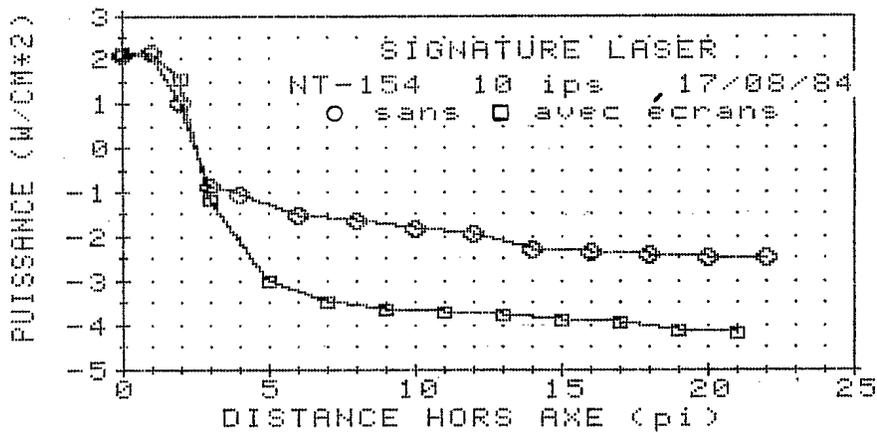
#### 4.3 Présentation des résultats et discussion

##### 4.3.1 Résultats de mesure pour les lasers commerciaux

Les mesures radiométriques de la signature hors axe des lasers commerciaux NT-154 et NT-172 apparaissent respectivement aux fig. 11a et 12a en fonction de la distance hors axe. Chacun des points expérimentaux représente la valeur pointe moyenne de plusieurs impulsions détectées successivement et observées sur l'écran de l'oscilloscope à mémoire. Dans chaque cas, les données expérimentales obtenues sans écrans et avec écrans sont tracées. Comme on l'a indiqué, les données

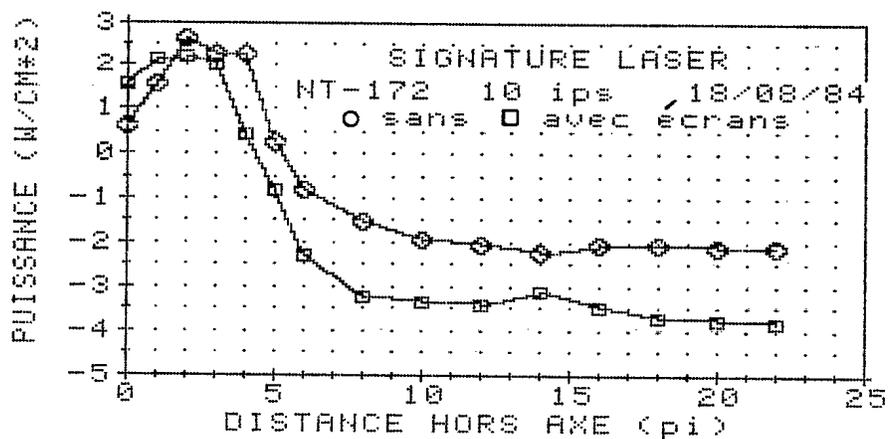


a) distance hors axe non modifiée

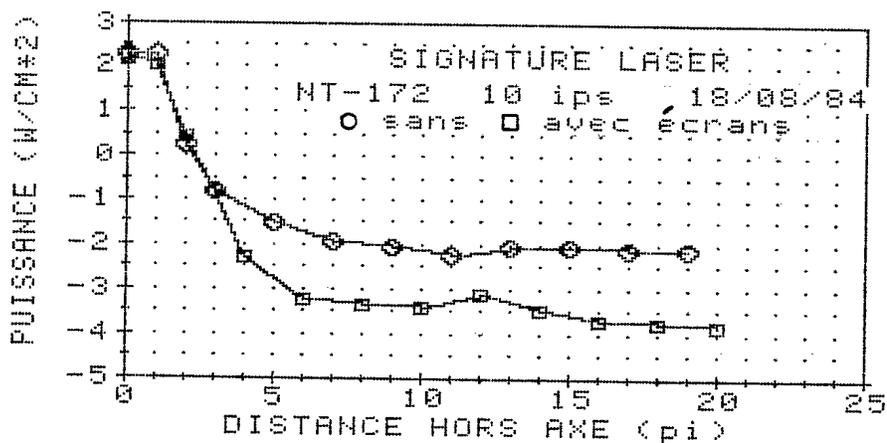


b) distance hors axe modifiée pour que le signal radiométrique maximum corresponde à la position sur l'axe du faisceau.

FIGURE 11 - Mesures radiométriques de la signature du laser commercial NT-154 (sans et avec écrans) en fonction de la distance hors axe



a) distance hors axe non modifiée



b) distance hors axe modifiée pour que le signal radiométrique maximum corresponde à la position sur l'axe du faisceau.

FIGURE 12 - Mesures radiométriques de la signature du laser commercial NT-172 (sans et avec écrans) en fonction de la distance hors axe

sur le NT-154 ont été obtenues le 17 août 1984 et celles sur le NT-172, le 18 août de la même année. Les fig. 11b et 12b redonnent les données des fig. 11a et 12a excepté que les courbes ont subi un déplacement horizontal pour faire correspondre le signal radiométrique maximum à la position sur l'axe du faisceau. Les conditions atmosphériques qui régnaient lors des deux séances de mesure apparaissent dans les tableaux IV et V. Elles semblent tout à fait similaires. Les distributions des aérosols atmosphériques sont tracées (fig. 13a et 13b) et ce sont celles qui prévalaient lors des mesures du 17 août 1984 à 14:50 et du 18 août 1984 à 10:30. A partir de ces données atmosphériques, la fonction de phase de la diffusion atmosphérique a été estimée en fonction de l'angle de diffusion. Les fig. 14a et 14b présentent les résultats de ces calculs (réf. 1). Il est intéressant de noter que le niveau de diffusion du 17 août 1984 était légèrement supérieur à celui du 18 août. Cette observation tient pour toute valeur de l'angle de diffusion.

À partir des signaux captés sur l'axe (fig. 11b et 12b), on peut conclure que le NT-172 présente une valeur pointe de puissance plus élevée que celle du NT-154. Cet état de choses est confirmé par les résultats de mesure de chaque sortie laser effectuée dans le laboratoire avant et après l'essai d'août 1984. On peut remarquer aussi que la signature du NT-172 chute beaucoup plus vite avec les valeurs de distance hors axe que dans le cas du NT-154. Cela s'explique par le fait que le NT-172 possède le faisceau ayant la plus petite divergence des deux lasers (voir tableau I). Cette dernière région représente la zone définie par la divergence du faisceau et le niveau de signal détecté est de beaucoup supérieur à chacun des signaux diffusés, soit par l'optique de sortie ou par les aérosols atmosphériques.

Pour les distances de l'axe de 1.5 m (5 pi) et plus, il est intéressant de noter que la signature de chaque laser varie de la même façon dans les deux cas illustrés, soit lors des mesures recueillies

## SANS CLASSIFICATION

27

TABLEAU IV

Données météorologiques pour le 17 août 1984

BFC Valcartier

Heure	Température	Humidité relative	Pression barométrique	Vitesse des vents	Direction des vents
	(°C)	(%)	(mmHg)	(km/h)	(deg)
08:00	11.5	62	744	15	45
08:30	12.0	61	743	10	0
09:00	12.0	61	744	20	
09:30	12.5	60	744	20	0
10:00	13.0	58	744	20	
10:30	13.5	55	744	15	
11:00	13.5	54	744	20	
11:30	14.0	52	744	15	
12:00	15.0	49	743	10	
12:30	15.5	48	743	15	
13:00	15.5	47	743	10	0
13:30	17.0	45	743	15	
14:00	15.5	49	743	15	315
14:30	16.5	48	743	15	
15:00	17.0	48	743	20	
15:30	17.0	46	743	15	0
16:00	16.5	46	743	15	
16:30	16.5	46	743	10	
17:00	16.5	46	743	15	0
17:30	16.5	46	743	10	
18:00	16.5	48	743	5	
18:30	16.0	51	743	5	
19:00	16.0	51	743	10	
19:30	15.0	58	743	5	
20:00	13.5	62	743	5	

TABLEAU V

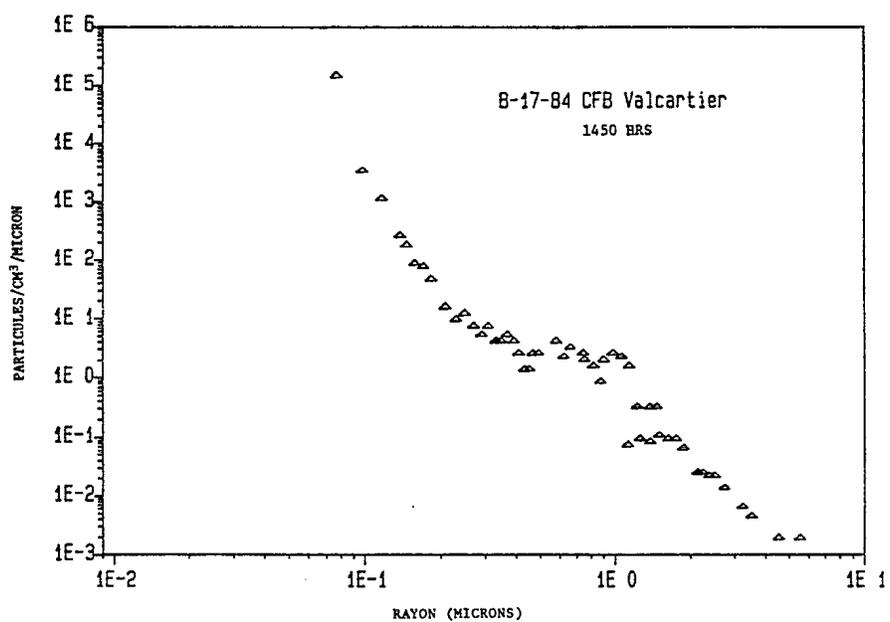
Données météorologiques pour le 18 août 1984

BFC Valcartier

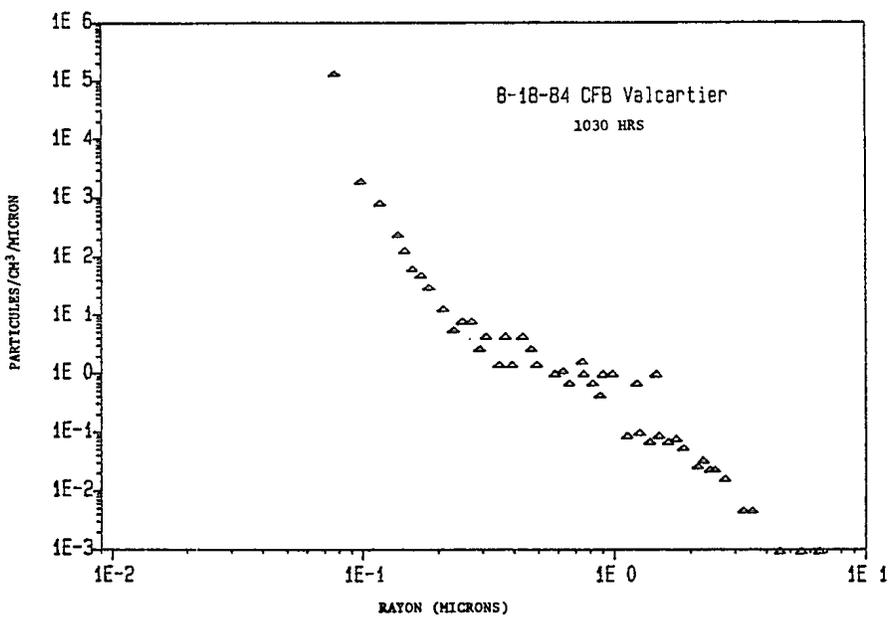
Heure	Température	Humidité relative	Pression barométrique	Vitesse des vents	Direction des vents
	(°C)	(%)	(mmHg)	(km/h)	(deg)
08:00	10.5	82	744	2	
08:30	12.5	74	744	2	
09:00	14.0	63	743	5	
09:30	15.0	54	744	5	
10:00	16.0	49	743	5	135
10:30	17.0	47	743	10	
11:00	17.0	48	743	10	
11:30	18.0	47	743	10	
12:00	18.0	46	743	15	180
12:30	17.5	46	742	15	
13:00	18.0	46	742	10	
13:30	19.5	45	742	15	180
14:00	19.0	45	741	15	
14:30	19.5	42	741	15	
15:00	20.0	40		15	

SANS CLASSIFICATION

29



a) 17 août 1984 à 14:50

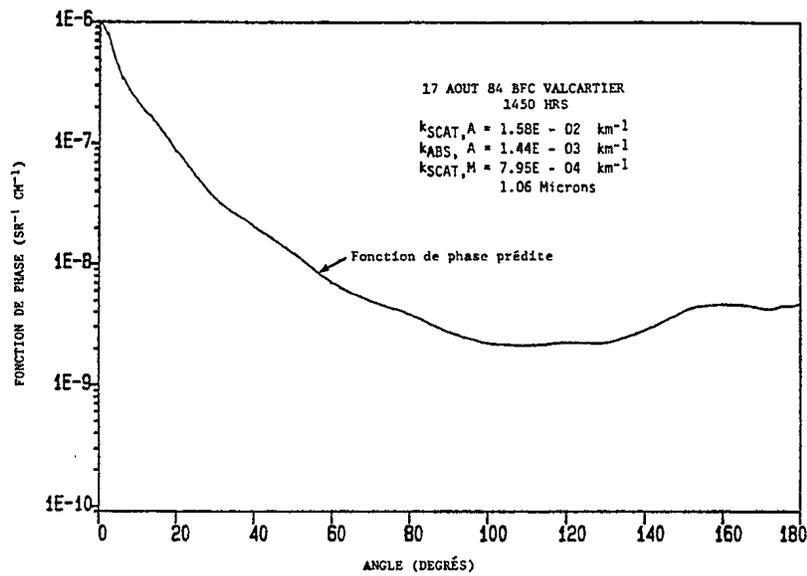


b) 18 août 1984 à 10:30

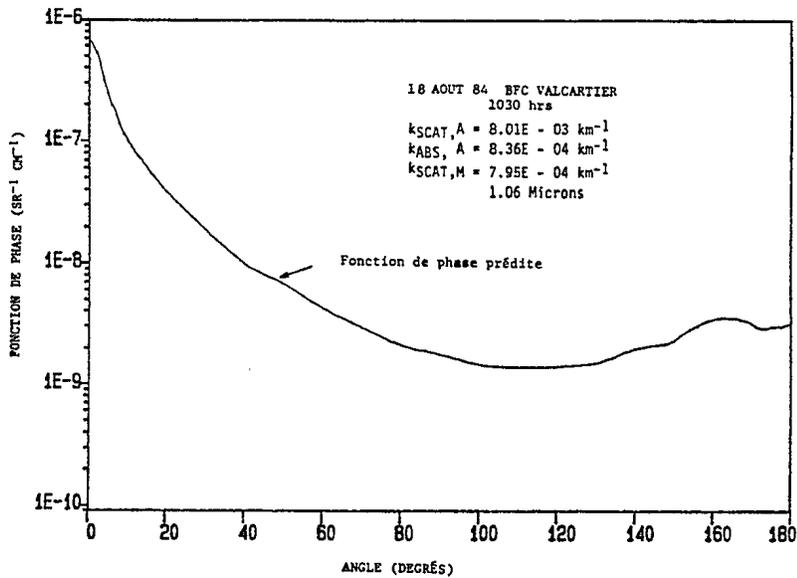
FIGURE 13 - Distributions mesurées des aérosols atmosphériques

SANS CLASSIFICATION

30



a) 17 août 1984 à 14:50

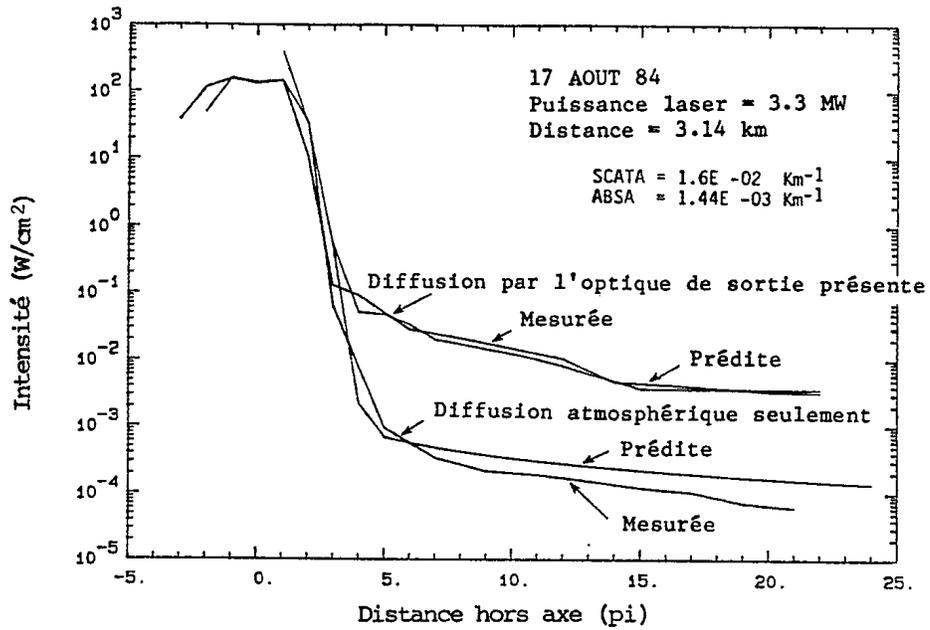


b) 18 août 1984 à 10:30

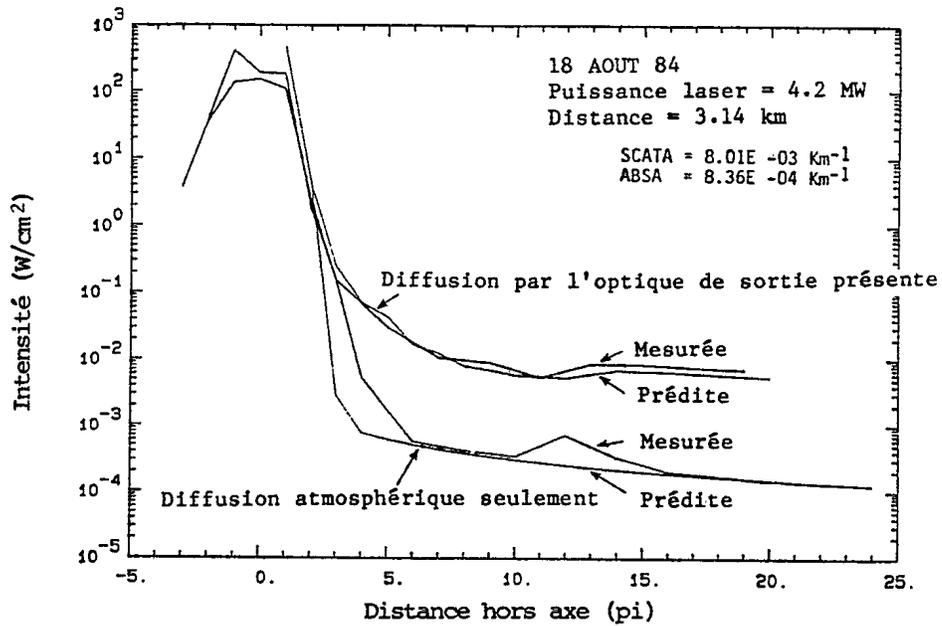
FIGURE 14 - Fonctions de phase de la diffusion atmosphérique tracées en fonction de l'angle de diffusion et calculées à partir des distributions de la fig. 13

sans la présence des écrans ou en présence des écrans. Dans le premier cas, la diffusion par l'optique de sortie et la diffusion atmosphérique contribuent à la signature de chaque laser, tandis que dans le deuxième cas, seulement la diffusion atmosphérique contribue à la signature près de l'axe. Pour chaque cas, la signature du laser décroît très lentement avec la distance hors axe. Cependant, il faut bien noter que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie (mesure prise sans écrans) à la signature de chaque laser est presque 2 ordres de grandeur plus élevée que celle de la diffusion atmosphérique (mesure prise en présence des écrans). D'autre part, remarquons que le niveau de diffusion atmosphérique est sensiblement égal même si la signature de chaque laser a été mesurée pendant deux jours différents. Cela peut s'expliquer par le fait que même si les mesures de signature du NT-172 ont été complétées dans des conditions de diffusion atmosphérique plus basses (fig. 14a, 14b), la puissance pointe du NT-172 était supérieure à celle du NT-154.

Les fig. 15a (NT-154) et 15b (NT-172) permettent de comparer directement les mesures radiométriques des fig. 11b et 12b et les valeurs calculées de la signature pour chacun des lasers. Ces prédictions ont été fournies par la firme SciTec, Inc., Princeton, N.J., (réf. 2) à la suite de l'utilisation d'un modèle empirique pour la diffusion par l'optique de sortie et de mesures de conditions atmosphériques et de caractéristiques des lasers lors des essais. L'influence des effets atmosphériques était alors enlevée des valeurs radiométriques de signature recueillies sans les écrans et en présence des écrans pour obtenir la vraie distribution de la signature près de l'axe. On remarque que les données prédites et mesurées sont très bien corrélées dans les deux cas considérés.



a) laser NT-154



b) laser NT-172

FIGURE 15 - Comparaison des signatures mesurées et prédites (sans et avec écrans) en fonction de la distance hors axe

#### 4.3.2 Résultats de mesure pour le laser LORADS

La fig. 16 montre les mesures radiométriques de la signature du laser militaire (LORADS) en fonction de la distance hors axe. Ces données expérimentales ont été obtenues sans écrans (symboles vides) et avec écrans (symboles pleins). Les résultats de deux séries complètes de mesures prises durant la journée du 7 (carrés) et du 9 (losanges) octobre 1986 y sont présentés. Des conditions atmosphériques similaires prévalaient pour chacune de ces journées d'essais. Cela explique la similitude des résultats de signature même s'ils ont été obtenus pendant deux journées différentes. On remarque encore là que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie (cas sans écrans) est supérieure par presque deux ordres de grandeur à celle de la diffusion atmosphérique (cas avec écrans).

À la fin de la séance de mesures du 9 octobre 1987, une série de tests rapides a été entreprise. Ces mesures avaient pour but de vérifier l'influence de certains facteurs géométriques bien précis sur les résultats de mesures radiométriques de signature du LORADS. Parmi les facteurs étudiés, on comptait la forme et la largeur de l'iris, l'élargissement de l'écran sans iris et la proximité des deux écrans lors des mesures sans écrans. En premier lieu, les mesures de signature avec écrans ont été répétées pour des distances hors axe de 0, 1.5, 3.6 et 7.2 m (0, 5, 12 et 24 pi) en utilisant toujours le même iris que celui employé antérieurement. Ces mesures ont été répétées après coup avec l'iris rectangulaire transformé en iris carré. Cependant, l'iris carré avait la même largeur que celle de l'iris rectangulaire employé antérieurement. Les résultats obtenus confirment l'insensibilité des signaux radiométriques à la forme géométrique de l'iris pour chacune des positions choisies. En deuxième lieu, les mesures radiométriques de signature à une distance hors axe de 3.6 m (12 pi) ont été répétées avec un iris rectangulaire (fig. 16) ayant une largeur prédéterminée de 30 cm et une autre de 40 cm. Le but de ces mesures était de vérifier

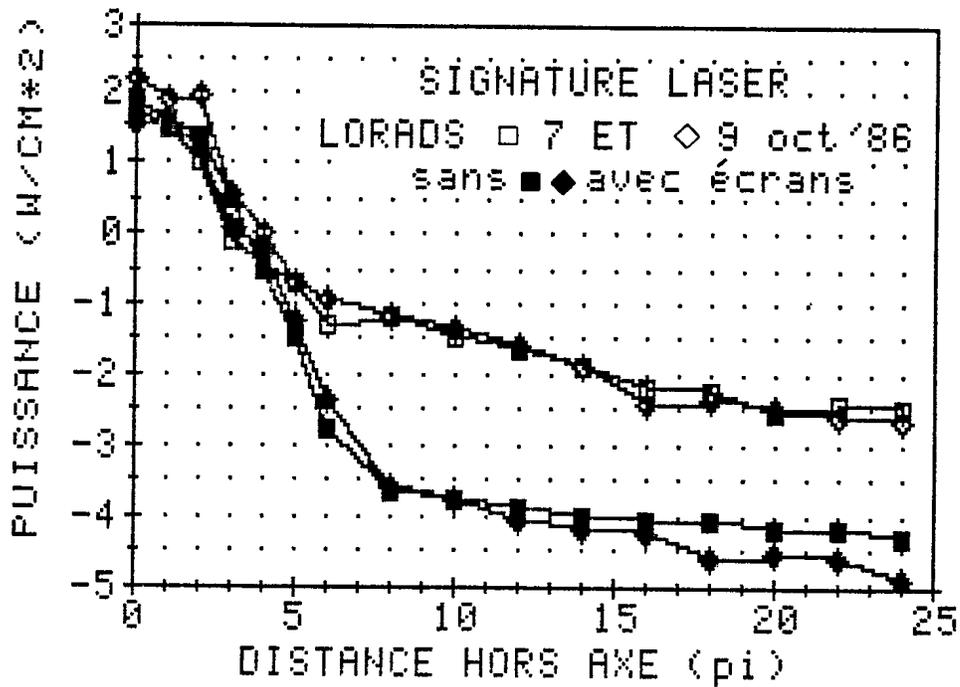


FIGURE 16 - Mesures radiométriques de la signature du laser militaire LORADS (sans et avec écrans) en fonction de la distance hors axe prises le 7 (carrés) et le 9 (losanges) octobre 1986

si le faisceau principal n'était pas partiellement bloqué lorsque l'iris était ajusté à 30 cm. Les résultats ne montrent aucun changement dans les signaux radiométriques détectés dans chacun des cas. En troisième lieu, le signal radiométrique a été mesuré à une distance hors axe de 7.2 m (24 pi) avec les deux écrans en place. Les mêmes mesures ont été répétées après que l'écran sans iris ait été élargi tour à tour de 50% et 100%. Les résultats n'indiquent aucun changement dans le signal détecté. Finalement, une dernière vérification a été faite pour voir si le montage des écrans n'interférerait pas avec les mesures de signature faites sans écrans. Deux séries de mesures ont été complétées avec les écrans au sol (fig. 5a) et, par la suite, surélevés de 3 pi. La comparaison des signaux recueillis dans chaque cas ne montre aucun signe d'interférence résultant du rapprochement des écrans de la ligne de visée laser.

#### 4.3.3 Comparaison des résultats de signature des lasers

Les tracés des fig. 17 et 18 permettent de comparer directement la signature du modèle de laser militaire (LORADS) et les signatures des lasers commerciaux (NT-154/NT-172). Bien que ces résultats aient été obtenus lors de journées différentes, des conditions atmosphériques tout à fait similaires y prévalaient. Cette situation est confirmée par l'examen des données recueillies avec écrans (symboles pleins) où le niveau de diffusion atmosphérique n'est que légèrement plus élevé dans le cas des lasers commerciaux. D'autre part, la diffusion par l'optique de sortie du LORADS (carrés vides) est légèrement plus élevée que celle mesurée dans le cas des lasers commerciaux (losanges vides). Cette constatation démontre sans aucun doute que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie de ce laser militaire n'a pas été réduite de façon significative. Rien ne nous indique que le constructeur a fait des efforts dans ce sens, mais l'utilisation de lasers commerciaux dans des applications militaires a toujours soulevé des doutes...

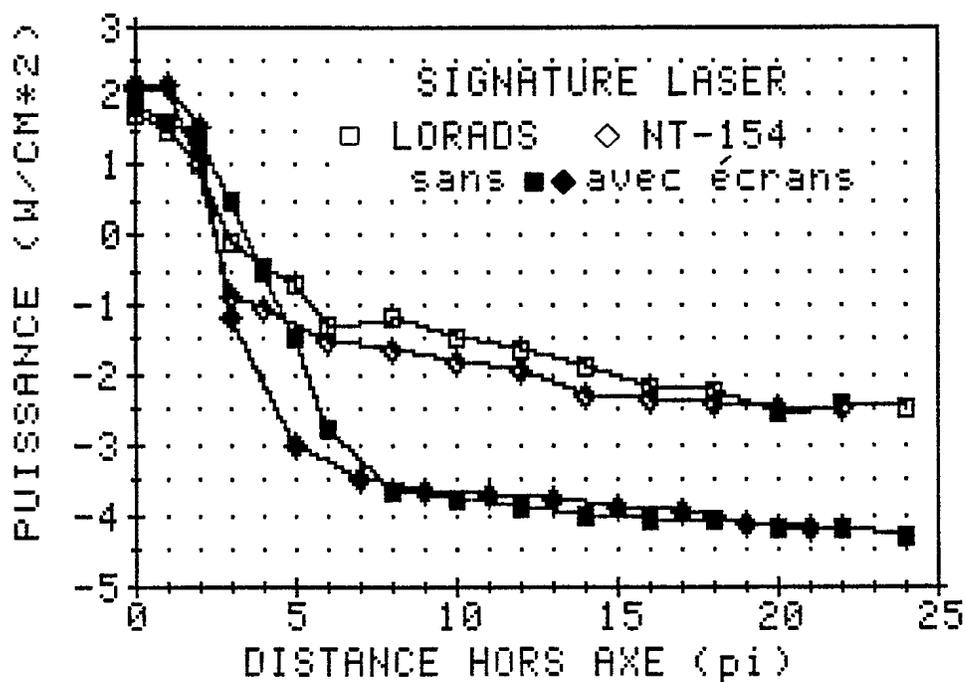


FIGURE 17 - Comparaison des signatures mesurées des lasers LORADS et NT-154 (sans et avec écrans) en fonction de la distance hors axe

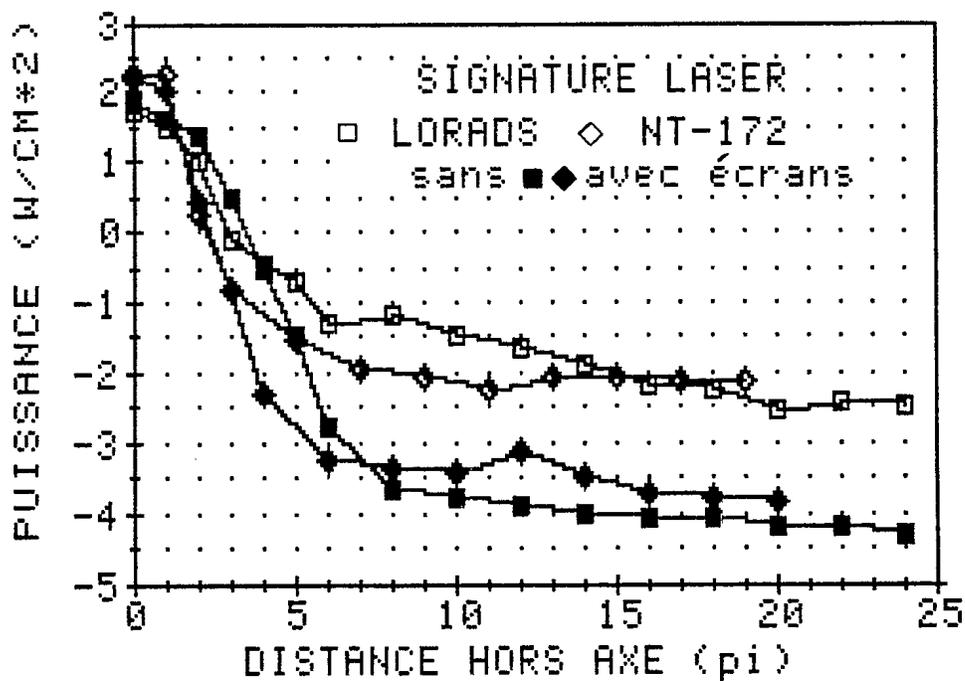


FIGURE 18 - Comparaison des signatures mesurées des lasers LORADS et NT-172 (sans et avec écrans) en fonction de la distance hors axe

5.0 CONCLUSIONS

L'objectif que l'on s'était fixé dans la mesure de la signature près de l'axe de sources laser de type Nd:YAG a été complètement atteint. Les contributions de la diffusion, que ce soit par l'optique de sortie ou par les aérosols atmosphériques, à la signature près de l'axe des lasers ont été mesurées et caractérisées en fonction de la distance hors axe. En ce qui concerne la signature de chacun des lasers étudiés, les mesures radiométriques montrent que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie est presque deux ordres de grandeur plus importante que celle de la diffusion de nature atmosphérique. Aucune différence significative n'a été observée entre les signatures mesurées de lasers commerciaux et militaires. Les données expérimentales obtenues dans le cas des lasers commerciaux ont été validées en les comparant directement aux valeurs prédites à l'aide d'un modèle empirique sur ordinateur. Après évaluation, des facteurs géométriques tels que la forme et la largeur de l'iris utilisé n'affectaient pas significativement les valeurs mesurées de signature à différentes positions hors axe.

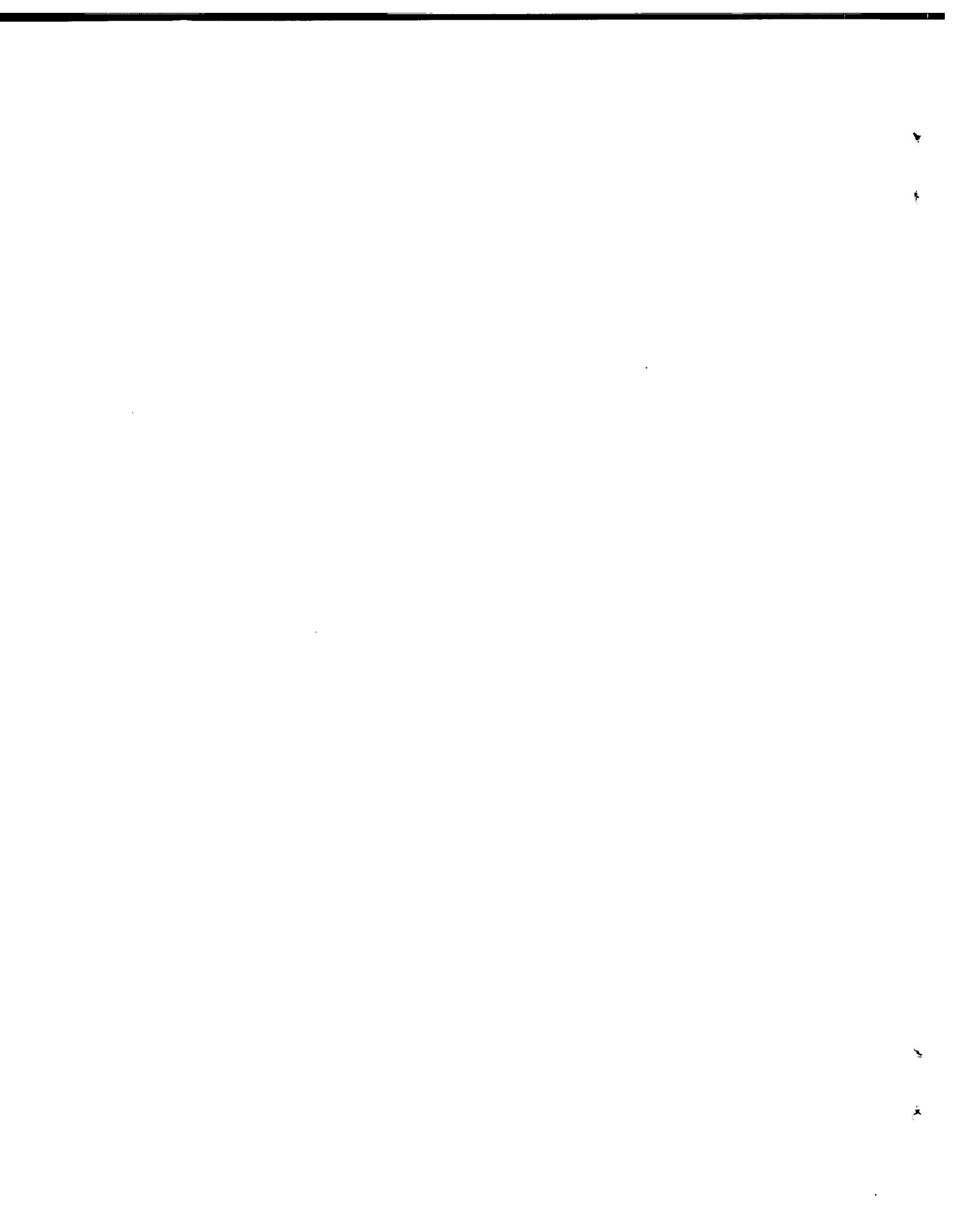
Les résultats expérimentaux de signature présentés ici constituent des données de base qui pourraient être utilisées dans l'élaboration d'un modèle physique de la signature près de l'axe d'une source laser de type Nd:YAG. Il n'existe présentement aucun modèle qui permet de prédire la contribution de la diffusion par l'optique de sortie. Cette connaissance permettrait éventuellement de réduire cette contribution et de diminuer ainsi la signature près de l'axe d'une source laser. La détection d'un laser serait ainsi rendue beaucoup plus difficile sur le champ de bataille.

6.0 REMERCIEMENTS

L'auteur voudrait tout d'abord souligner le soutien et l'intérêt des Dr M. Gravel et R. Carbonneau dans la rédaction de ce rapport. Il aimerait aussi remercier le capitaine LeBreton et son équipe, et plus spécialement, l'adjudant-maître G. Deveau et les adjudants-chefs R. Poisson et C. Hautcoeur. Leur soutien logistique dans la préparation des sites, leur liaison avec la Base des FC de Valcartier et la compétence manifestée dans leur rôle d'officier de sécurité laser durant les essais ne peuvent être passés sous silence. L'auteur voudrait exprimer sa reconnaissance à Messieurs P. St-Pierre, G. Paré et R. Gosselin pour leur précieuse assistance technique durant la préparation et la prise des mesures. Finalement, l'auteur voudrait remercier M. R. Rochette pour sa participation aux essais d'août 1984 et M. C. Trépanier pour sa participation à l'essai d'octobre 1986.

7.0 RÉFÉRENCES

1. Klobuchar, M.L. and Morgan, B.J., "Canadian Flight Technical Evaluation of the AN/AVR-2 Laser Warning Receiver; Volume IV: Atmospheric Documentation" (U), rapport final préparé pour le CRDV dans le cadre du contrat DSS.97701-5-27286, janvier 1986, SANS CLASSIFICATION
2. Sheldon, J.P. and Morgan, B.J., "Canadian Flight Technical Evaluation of the AN/AVR-2 Laser Warning Receiver, Volume II: LWR Model Description" (U), rapport final préparé pour le CRDV dans le cadre du contrat DSS.97701-5-27286, janvier 1986, SANS CLASSIFICATION



DREV R-4484/88 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.  
DREV, P.O. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0  
"Study of the Near-Axis Signature of Nd:YAG Lasers"  
by A. Cantin

This report investigates the near-axis signature of typical pulsed Nd:YAG lasers. A review of the physical mechanisms responsible for this signature is presented and related to near-axis laser detection. The methodology used for measuring the radiation scattered from the port of laser sources (port scattering) is then described. Finally, measurements from three field trials held at CFB Valcartier, QC, on the near-axis signature of a variety of Nd:YAG lasers are discussed. From radiometric results, the port scattering contributes almost two orders of magnitude more than the atmospheric scattering to the near-axis signature of each laser investigated.

DREV R-4484/88 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.  
DREV, P.O. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0  
"Study of the Near-Axis Signature of Nd:YAG Lasers"  
by A. Cantin

This report investigates the near-axis signature of typical pulsed Nd:YAG lasers. A review of the physical mechanisms responsible for this signature is presented and related to near-axis laser detection. The methodology used for measuring the radiation scattered from the port of laser sources (port scattering) is then described. Finally, measurements from three field trials held at CFB Valcartier, QC, on the near-axis signature of a variety of Nd:YAG lasers are discussed. From radiometric results, the port scattering contributes almost two orders of magnitude more than the atmospheric scattering to the near-axis signature of each laser investigated.

DREV R-4484/88 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.  
DREV, P.O. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0  
"Study of the Near-Axis Signature of Nd:YAG Lasers"  
by A. Cantin

This report investigates the near-axis signature of typical pulsed Nd:YAG lasers. A review of the physical mechanisms responsible for this signature is presented and related to near-axis laser detection. The methodology used for measuring the radiation scattered from the port of laser sources (port scattering) is then described. Finally, measurements from three field trials held at CFB Valcartier, QC, on the near-axis signature of a variety of Nd:YAG lasers are discussed. From radiometric results, the port scattering contributes almost two orders of magnitude more than the atmospheric scattering to the near-axis signature of each laser investigated.

DREV R-4484/88 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.  
DREV, P.O. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0  
"Study of the Near-Axis Signature of Nd:YAG Lasers"  
by A. Cantin

This report investigates the near-axis signature of typical pulsed Nd:YAG lasers. A review of the physical mechanisms responsible for this signature is presented and related to near-axis laser detection. The methodology used for measuring the radiation scattered from the port of laser sources (port scattering) is then described. Finally, measurements from three field trials held at CFB Valcartier, QC, on the near-axis signature of a variety of Nd:YAG lasers are discussed. From radiometric results, the port scattering contributes almost two orders of magnitude more than the atmospheric scattering to the near-axis signature of each laser investigated.

CRDV R-4484/88 (SANS CLASSIFICATION)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.  
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Étude de la signature près de l'axe de lasers au néodyme"  
par A. Cantin

Ce rapport étudie la signature près de l'axe de sources laser au néodyme (Nd:YAG). On revoit en premier lieu les différents phénomènes physiques à l'origine de la signature d'un laser et cela, dans le cadre de la détection laser de telles sources. La méthodologie utilisée pour caractériser radiométriquement la diffusion par l'optique de sortie y est ensuite décrite. Finalement, on y présente l'analyse des résultats obtenus à la suite d'une série de trois essais effectués dans les secteurs de la Base des Forces canadiennes, Valcartier, QC. L'objectif de ces essais était de mesurer la signature de plusieurs sources laser de type Nd:YAG d'utilisation courante au CRDV. En ce qui concerne la signature de chacun des lasers étudiés, les mesures radiométriques montrent que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie est presque deux ordres de grandeur plus importante que celle de la diffusion de nature atmosphérique.

CRDV R-4484/88 (SANS CLASSIFICATION)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.  
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Étude de la signature près de l'axe de lasers au néodyme"  
par A. Cantin

Ce rapport étudie la signature près de l'axe de sources laser au néodyme (Nd:YAG). On revoit en premier lieu les différents phénomènes physiques à l'origine de la signature d'un laser et cela, dans le cadre de la détection laser de telles sources. La méthodologie utilisée pour caractériser radiométriquement la diffusion par l'optique de sortie y est ensuite décrite. Finalement, on y présente l'analyse des résultats obtenus à la suite d'une série de trois essais effectués dans les secteurs de la Base des Forces canadiennes, Valcartier, QC. L'objectif de ces essais était de mesurer la signature de plusieurs sources laser de type Nd:YAG d'utilisation courante au CRDV. En ce qui concerne la signature de chacun des lasers étudiés, les mesures radiométriques montrent que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie est presque deux ordres de grandeur plus importante que celle de la diffusion de nature atmosphérique.

CRDV R-4484/88 (SANS CLASSIFICATION)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.  
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Étude de la signature près de l'axe de lasers au néodyme"  
par A. Cantin

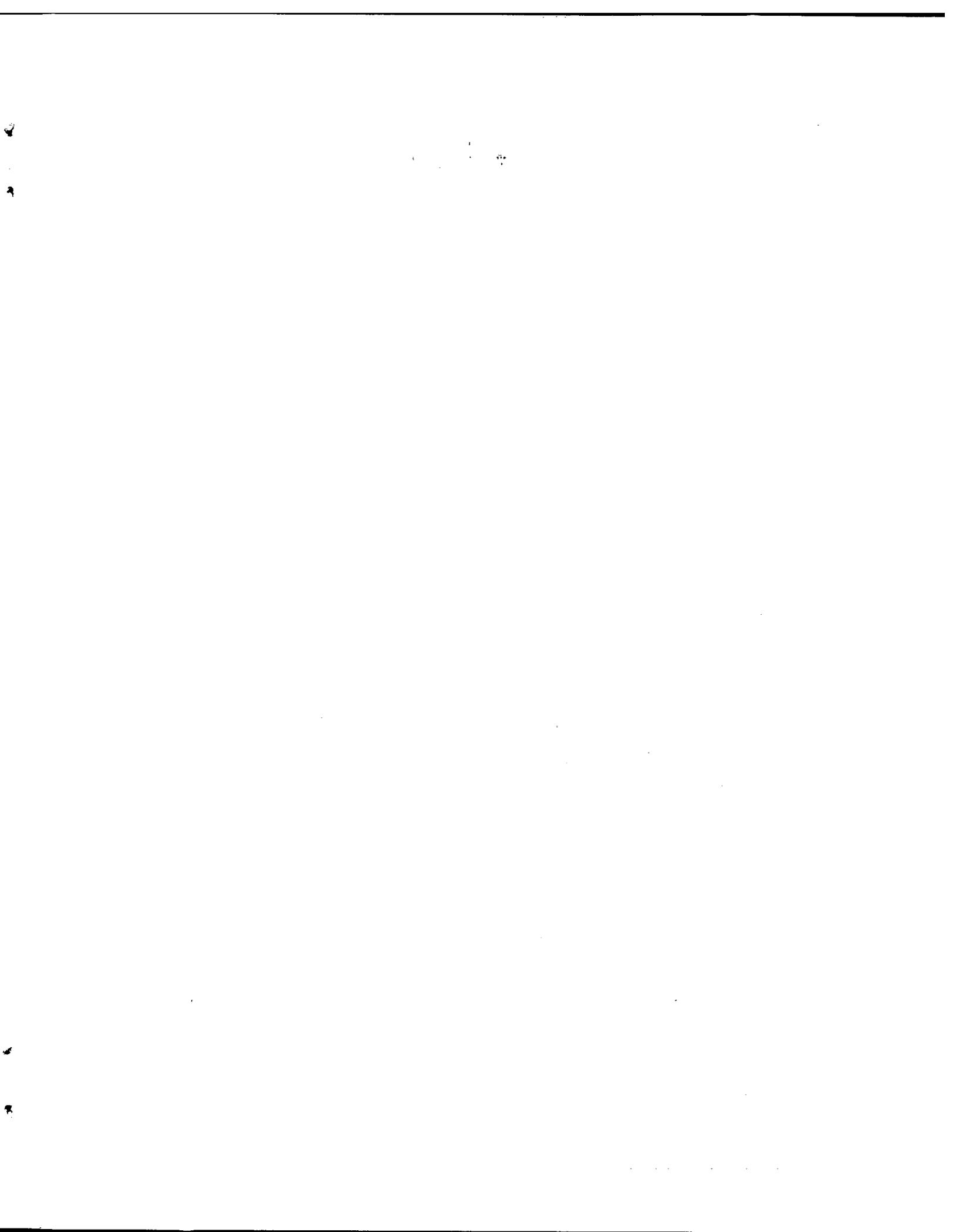
Ce rapport étudie la signature près de l'axe de sources laser au néodyme (Nd:YAG). On revoit en premier lieu les différents phénomènes physiques à l'origine de la signature d'un laser et cela, dans le cadre de la détection laser de telles sources. La méthodologie utilisée pour caractériser radiométriquement la diffusion par l'optique de sortie y est ensuite décrite. Finalement, on y présente l'analyse des résultats obtenus à la suite d'une série de trois essais effectués dans les secteurs de la Base des Forces canadiennes, Valcartier, QC. L'objectif de ces essais était de mesurer la signature de plusieurs sources laser de type Nd:YAG d'utilisation courante au CRDV. En ce qui concerne la signature de chacun des lasers étudiés, les mesures radiométriques montrent que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie est presque deux ordres de grandeur plus importante que celle de la diffusion de nature atmosphérique.

CRDV R-4484/88 (SANS CLASSIFICATION)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.  
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Étude de la signature près de l'axe de lasers au néodyme"  
par A. Cantin

Ce rapport étudie la signature près de l'axe de sources laser au néodyme (Nd:YAG). On revoit en premier lieu les différents phénomènes physiques à l'origine de la signature d'un laser et cela, dans le cadre de la détection laser de telles sources. La méthodologie utilisée pour caractériser radiométriquement la diffusion par l'optique de sortie y est ensuite décrite. Finalement, on y présente l'analyse des résultats obtenus à la suite d'une série de trois essais effectués dans les secteurs de la Base des Forces canadiennes, Valcartier, QC. L'objectif de ces essais était de mesurer la signature de plusieurs sources laser de type Nd:YAG d'utilisation courante au CRDV. En ce qui concerne la signature de chacun des lasers étudiés, les mesures radiométriques montrent que la contribution de la diffusion par l'optique de sortie est presque deux ordres de grandeur plus importante que celle de la diffusion de nature atmosphérique.



MAY 1988

NO. OF COPIES NOMBRE DE COPIES	COPY NO. COPIE N°	INFORMATION SCIENTIST'S INITIALS INITIALES DE L'AGENT D'INFORMATION SCIENTIFIQUE
1	1	AS
AQUISITION ROUTE FOURNI PAR	DREV	
DATE	19 Apr 88	
DSIS ACCESSION NO. NUMÉRO DSIS	88-02392	

 National Défense

DND 1158 (6-87)

# 55615