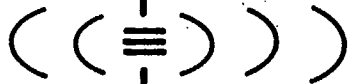


# UNIVERSITÉ LAVAL

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE  
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE



## Laboratoire de Radiocommunications et de Traitement du Signal

Rapport final

ETUDE DES PROBLEMES DE PROPAGATION ASSOCIES  
AUX STATIONS EMETTRICES ET MOBILES TERRESTRES  
EN MILIEU URBAIN

par

Gilles Y. Delisle, Michel Lecours, Jean-Yves Chouinard

pour

Gouvernement du Canada  
Ministère des Communications, Ottawa

sous

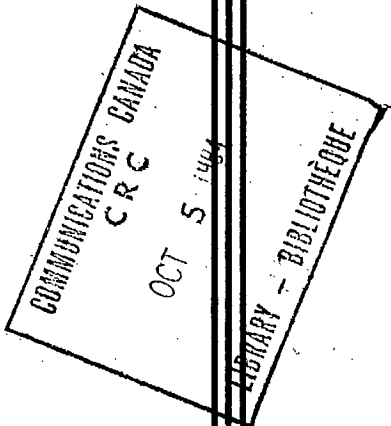
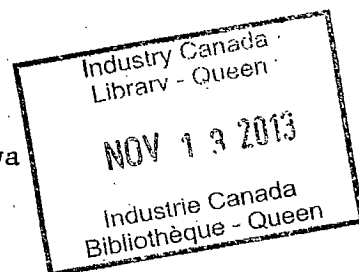
Contrat OST83-00071 du  
Ministère des Approvisionnements et Services

Période du 4 août 1983 au 31 mars 1984

Mars 1984

Rapport n° LRTS-84-8205

*Rec'd from DRS Sept 1984*



UNIVERSITÉ LAVAL

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE  
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE



---

Laboratoire de Radiocommunications  
et de Traitement du Signal

Rapport final

ETUDE DES PROBLEMES DE PROPAGATION ASSOCIES  
AUX STATIONS EMETTRICES ET MOBILES TERRESTRES  
EN MILIEU URBAIN

par

Gilles Y. Delisle, Michel Lecours, Jean-Yves Chouinard

pour

Gouvernement du Canada  
Ministère des Communications, Ottawa

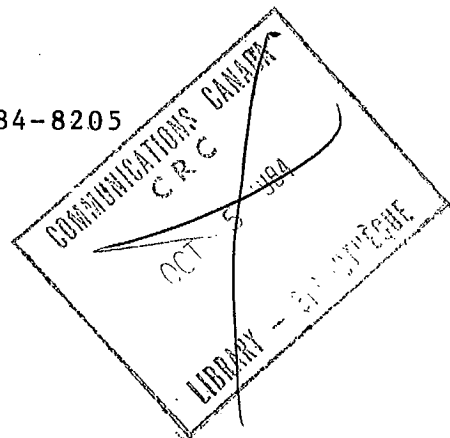
sous

Contrat OST83-00071 du  
Ministère des Approvisionnements et Services

Période du 4 août 1983 au 31 mars 1984

Mars 1984

Rapport n° LRTS-84-8205



Rapport final

ETUDE DES PROBLEMES DE PROPAGATION ASSOCIES  
AUX STATIONS EMETTRICES ET MOBILES TERRESTRES  
EN MILIEU URBAIN  
(PHASE VI)

Par : Dr Gilles Y. Delisle, Chercheur principal  
Dr Michel Lecours, Collaborateur  
M. Jean-Yves Chouinard, Etudiant gradué  
Laboratoire de Radiocommunications et et  
Traitement du Signal (LRTS)  
Département de Génie Electrique  
Université Laval, Québec, Canada G1K 7P4

Pour : Ministère des Communications, Ottawa  
Contrat OST83-00071 du Ministère des  
Approvisionnement et Services

Durée : du 4 août 1983 au 31 mars 1984

Mars 1984

Rapport n° LRTS-84-8205

Table des matières

Chapitre 1	INTRODUCTION . . . . .	1.
1.1	Remarques préliminaires . . . . .	1.
1.2	Rappel des travaux et résultats précédents . . . . .	2.
1.3	Plan de ce rapport . . . . .	9.
Chapitre 2	INSTRUMENTATION . . . . .	10.
2.1	Introduction . . . . .	10.
2.2	Description du système de communications . . . . .	10.
2.3	Système d'acquisition de données . . . . .	15.
2.4	Conclusion . . . . .	20.
Chapitre 3	ANALYSE DES RESULTATS EXPERIMENTAUX . . . . .	24.
3.1	Introduction . . . . .	24.
3.2	Topographie du terrain . . . . .	24.
3.3	Traitement des données . . . . .	30.
3.4	Analyse d'un fichier typique . . . . .	37.
3.5	Conclusion . . . . .	40.
Chapitre 4	CONCLUSIONS . . . . .	62.
4.1	Bilan actuel . . . . .	62.
4.2	Perspectives . . . . .	62.
	Bibliographie . . . . .	67.
	Annexe A Données générales et relevés topographiques . . . . .	68.
	Annexe B Distribution des niveaux de signal . . . . .	126.

## Chapitre 1

### INTRODUCTION

#### 1.1 REMARQUES PRELIMINAIRES

Ce rapport présente les résultats des travaux effectués durant la période prévue au contrat OST83-00071, soit du 4 août 1983 au 31 mars 1984, et également au cours d'une période qui a précédé ces dates officielles au cours de l'été 1983. En effet, ce contrat marque une transition importante dans l'ensemble des travaux que nous avons entrepris il y a déjà six ans [1] en vue d'obtenir des résultats utilisables par le personnel du Centre de Recherches sur les Communications (CRC) sur la modélisation du canal de transmission radio-mobile. Pour la première fois, nous avons pu amorcer une vérification de l'ensemble des résultats sur la modélisation des problèmes de propagation en milieu urbain à partir de données expérimentales concrètes obtenues conjointement par les chercheurs et autorités scientifiques du CRC. Non seulement cela représente-t-il une collaboration extrêmement positive mais, également, justifie très largement la confiance initiale des deux parties dans la possibilité d'obtenir, par une démarche systématique et cohérente, des résultats vérifiés analytiquement et expérimentalement. Ceux-ci pourront servir pour établir d'une manière satisfaisante des prédictions de performance des systèmes qui seront proposés pour une éventuelle opération de radio-mobile en milieu urbain.

On le notera à coup sûr par une lecture attentive du texte, les résultats expérimentaux obtenus ont largement polarisé notre étude lorsqu'il a été constaté qu'ils pouvaient être utilisables pour caractériser et vérifier des résultats dont nous ne connaissions au préalable que le comportement analytique et dont il était impérieux d'en vérifier concrètement et avec une bonne certitude expérimentale les lois générales énoncées à partir de ceux-ci. Comme c'est l'habitude dans ces rapports techniques, on y retrouve toujours, dans l'introduction, les résultats obtenus au cours de l'année précédente et celle-ci sert de tremplin pour introduire les résultats obtenus pour l'année

en cours. Dans ce cas-ci, on dérogera un peu à cette règle car, compte tenu de l'importance de bien faire le joint entre les résultats expérimentaux et leur traitement partiel entrepris cette année et les résultats analytiques obtenus précédemment au cours des dernières années [1-5], il nous est apparu nécessaire de faire, sur une base chronologique, un rappel de l'ensemble de ces résultats obtenus jusqu'à maintenant en guise d'introduction en vue de voir comment ceux-ci pourront être interprétés en terme des résultats expérimentaux des chapitres subséquents de ce rapport.

## 1.2 RAPPEL DES TRAVAUX ET RESULTATS PRECEDENTS

L'ensemble des travaux réalisés sur les problèmes de propagation associés aux stations émettrices et mobiles terrestres en milieu urbain a été amorcé par une proposition de contrat de recherche en date du mois d'août 1978 et qui a donné lieu au contrat OSU78-00243. Celui-ci couvrait la période du 24 octobre 1978 au 31 mars 1979 (Phase I) et les résultats sont consignés au rapport LT-79-8229. Cette première étude, dont l'objectif essentiel était de faire ressortir les domaines techniques dans lesquels la contribution des chercheurs universitaires pouvait être la plus substantielle a néanmoins donné lieu aux constatations et résultats suivants.

### Phase I (1978-79)

10) Après une recherche bibliographique extrêmement exhaustive, certaines publications ont été sélectionnées et une étude détaillée et comparative de celles-ci a montré que les points suivants semblaient les plus prometteurs:

- au niveau de ce que l'on pourrait appeler la "macro-analyse" des conditions de propagation en milieu urbain, les calculs sont basés non sur une connaissance réelle de certaines données topographiques caractéristiques d'un milieu urbain donné mais sur un lissage statistique d'un petit nombre de coefficients, les possibilités d'amélioration semblent se limiter à l'obtention de meilleures données statistiques à l'aide de campagne en milieux urbains;

- il semble possible, à la lumière des travaux examinés [1], que la méthode d'approximation statistique puisse être remplacée par une analyse de complexité intermédiaire dans laquelle il suffit de spécifier, pour des secteurs donnés, le pourcentage de la surface de terrain occupé par

des bâtiments ou encore le volume d'occupation des bâtiments ou encore une méthode faisant appel à un concept de largeur effective d'une rue associée à certains facteurs de correction.

2<sup>o</sup>) Au niveau de la "micro-analyse", à savoir le calcul du niveau du signal reçu à partir d'une connaissance détaillée des lieux en tenant compte des principales causes de diffraction et de réflexion, il apparaissait que, à toute fin pratique, tout était à faire et qu'il fallait, dans un premier temps, se limiter au calcul de l'effet des édifices dans le voisinage des stations de transmission où l'effet peut être majeur.

3<sup>o</sup>) Un exposé sur l'état actuel des connaissances pour le calcul des conditions de propagation aux fréquences VHF et UHF, de la propagation multivoie, de l'effet de la végétation et de l'atténuation à l'intérieur des édifices.

4<sup>o</sup>) Un bref exposé à jour sur l'état de développement des systèmes radio-mobile dans la bande 800 MHz en cours d'expérimentation aux Etats-Unis (système AMPS - advanced mobile phone service) et au Japon.

Essentiellement, les conclusions les plus importantes qui se sont dégagées de cette étude initiale étaient donc:

- a) il est possible de raffiner les méthodes statistiques générales de prédiction du niveau moyen du signal reçu en milieu urbain à partir de la connaissance de paramètres comme le pourcentage de la surface de terrain occupée par les édifices ou le volume d'occupation des bâtiments ou une mesure de la largeur effective d'une rue;
- b) le niveau instantané du signal, exprimé en dB, que rencontre une station mobile en milieu urbain peut être décrit statistiquement par la superposition d'une densité de probabilité log-normale et d'une densité de probabilité de Rayleigh. La première représente la variation lente du signal reçu, c'est-à-dire la variation du niveau moyen du signal lorsqu'on passe d'un petit secteur urbain à un autre, alors que la seconde représente les variations rapides dues aux réflexions sur les édifices et les autres obstacles.

Dans la deuxième phase qui suivit une proposition soumise en Octobre 1979, et qui donna lieu au contrat OSU79-00219 pour la période du 9 novembre 1979 au 31 mars 1980, les objectifs généraux retenus, en suite à la phase initiale, dans le secteur très vaste des communications numériques étaient:

- identifier les modifications et additions souhaitables aux méthodes de prédiction actuellement disponibles en vue de pouvoir les utiliser pour l'analyse des performances des systèmes numériques;

- identifier les paramètres d'intérêt les plus importants et indiquer de quelle façon on peut les caractériser en utilisant des méthodes de simplicité suffisante pour être introduites facilement dans un programme interactif avec un ordinateur;

- faire un relevé détaillé des systèmes de communications radio-mobiles en développement et identifiés à la phase I.

C'est en termes de ces objectifs que les travaux de la phase II furent entrepris et les résultats obtenus, présentés dans le rapport LT-80-8223, étaient:

#### Phase II (1979-80)

1<sup>o</sup>) Le taux d'erreur de transmission est un paramètre d'intérêt majeur dans les systèmes numériques et il est possible à partir de données sur la superposition des densités de probabilités log-normale et de Rayleigh du niveau du signal reçu d'arriver dans des cas simples à une approximation de la distribution du taux d'erreur de transmission, par exemple pour un système FSK à 1200 bits/seconde.

2<sup>o</sup>) Il est possible d'insérer facilement la prédiction du taux d'erreur de transmission dans les programmes en usage au CRC pour l'établissement de la performance de système.

3<sup>o</sup>) Pour les systèmes numériques et spécialement les systèmes mobiles il peut ne pas être suffisant de prédire le niveau moyen du signal reçu. La description statistique du signal reçu lors de la transmission d'un signal de type impulsionnel nécessite que l'on tienne compte des amplitudes des signaux, des temps d'arrivée et de la phase de chacun de ceux-ci et peut même inclure un certain nombre d'autres paramètres comme:

- le nombre de composantes distinctes dues à la propagation multi-voie identifiables à la réception,
- la distribution des délais entre les composantes consécutives,
- la distribution du délai entre le début et le maximum du signal reçu,
- l'étalement du signal reçu,



- la largeur de bande de corrélation ou de cohérence du signal reçu,
- le spectre Doppler du signal reçu.

Les divers aspects de la caractérisation du canal dans les domaines fréquentiel et temporel en utilisant l'approche de la mesure de la réponse impulsionnelle sont donc traités. On y montre que les valeurs des paramètres statistiques extraites de ces mesures permettent de définir les limites sur plusieurs paramètres indicatifs de la performance de systèmes de communications numériques.

40) Accessoirement, on y montre que certaines de ses approches sont fondamentalement complexes et que les résultats obtenus avec celles-ci même s'ils sont valables ne justifient pas la complexité additionnelle requise dans les programmes de simulation du CRC.

On s'est vite rendu compte que, même si on trouvait dans la littérature un bon nombre de données et de mesures de paramètres statistiques, les questions qui se posaient sont:

- parmi les multiples paramètres statistiques, quels sont ceux dont la connaissance est importante pour prédire adéquatement la performance d'un système de transmission étant entendu que certains paramètres peuvent être importants dans certains cas seulement (selon le type de transmission, le taux de transmission, la largeur de bande, etc.);

- comment faire un modèle statistique adéquat qui décrive la variation des paramètres identifiés comme importants selon les caractéristiques du milieu urbain;

- dans quels cas les données qui sont disponibles dans la littérature sont suffisantes et dans quels cas des campagnes de mesures additionnelles seraient nécessaires ou utiles pour bâtir le modèle statistique ou pour valider les milieux urbains que l'on retrouve au Canada.

La complexité évidente des travaux requis pour arriver à répondre à ces questions nous a amenés à voir le projet à long terme comme étant celui d'établir une liaison plus étroite entre les études de propagation et les études de la performance des systèmes de communications. Eventuellement, on voulait en arriver à disposer de données et d'études suffisantes sur la propagation pour permettre de comparer de façon tout à fait générale la performance de plusieurs systèmes de communication. Dans le cas de la radio-mobile, on voudrait par exemple comparer le FM, le SSB, un système numérique simple comme

le FSK ou un système sophistiqué à étalement spectral.

Tout cela a fait que le problème sous sa forme la plus générale pouvait être envisagé de la façon illustrée sur le bloc-diagramme ci-après:

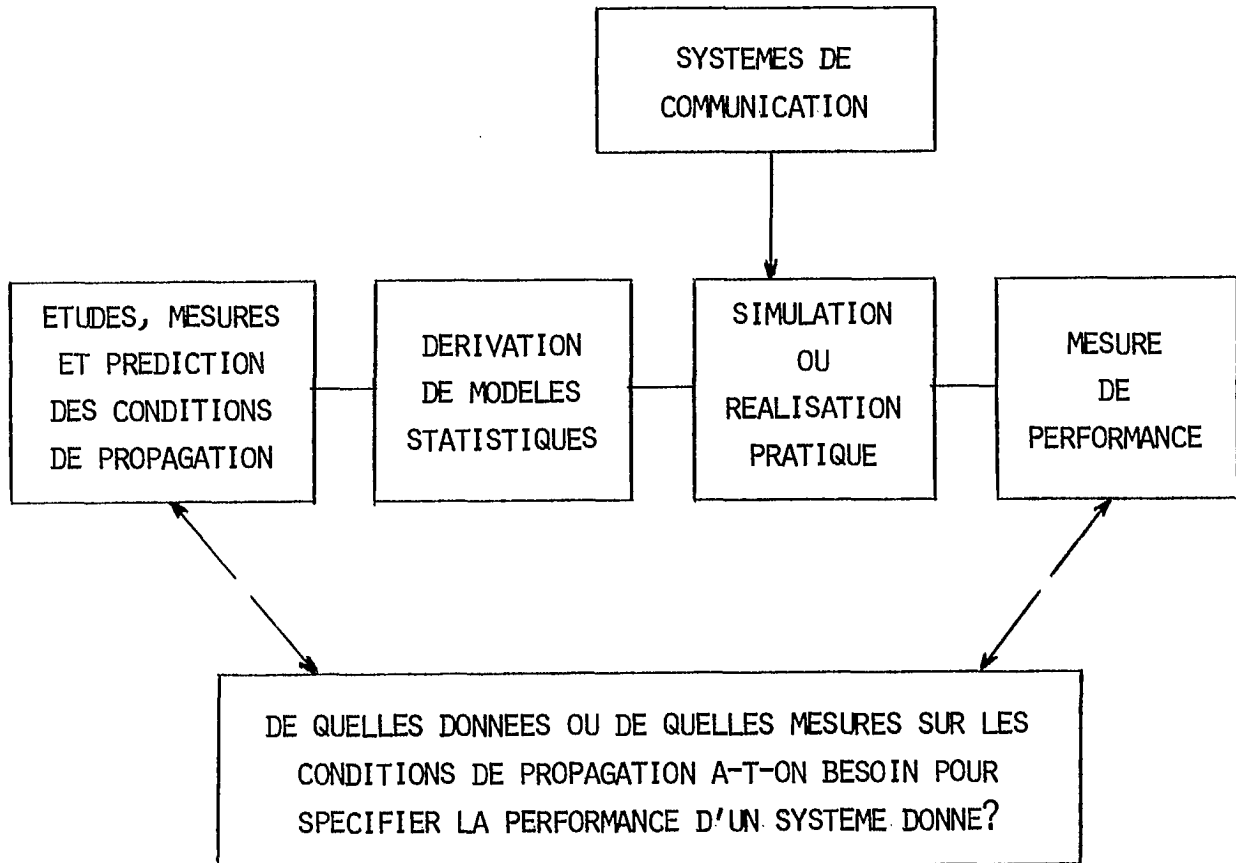


Figure 1-1: Bloc-diagramme illustrant les relations entre les diverses études proposées et les objectifs à atteindre.

C'est en s'insérant dans ce cadre très général que des objectifs à court terme plus étroits furent proposés pour en arriver à établir véritablement une caractérisation des modèles qui puissent être analysés pour prédire la performance de tout type de systèmes de communication.

C'est dans ce cadre que la phase III du projet, consécutive à une proposition soumise en juillet 1980 et qui s'est soldée par le contrat OSU80-00169, valide pour la période du 22 août 1980 au 31 mars 1981, que les objectifs énoncés spécifiquement étaient:

- étudier de façon générale et pour une variété de systèmes les relations entre les conditions de propagation et la prédiction de la perfor-

mance de systèmes de communication,

- faire une étude des différentes approches ou méthodes (analytiques, simulation, construction hardware) qui peuvent être utilisées pour prédire la performance des systèmes de communication pour différentes conditions de propagation, en s'intéressant surtout aux systèmes mobiles en milieu urbain.

C'est ainsi que les résultats présentés dans le rapport LT-81-8280 furent essentiellement les suivants:

### Phase III (1980-81)

10) Une analyse poussée des différentes méthodes d'obtention de la réponse impulsionnelle du canal de transmission, proposée par plusieurs auteurs. Ceux-ci précisent avec beaucoup de soins, la signification des paramètres qui ont été retenus pour la description statistique de la réponse impulsionnelle.

20) Une étude détaillée d'un modèle du canal urbain, fidèle à la réalité physique et qui tient compte du caractère impulsionnel de la réponse lorsque le système étudié est à grande largeur de bande et à fort taux de transmission.

30) Une étude comparative très élaborée de divers modèles statistiques connus pour prédire le niveau moyen du signal en milieu urbain. Le domaine d'application de chacun de ces modèles est bien cerné et les additions qu'il faut leur apporter pour effectuer une étude comparative sont identifiées et leur mise en oeuvre sur ordinateur est présentée. C'est ainsi que le comportement de chacun de ces modèles dans les divers milieux considérés est clairement défini à l'aide de nombreux résultats.

Forts de cette approche qui amenait des résultats véritablement concrets, nous avons poursuivi dans cette optique nos travaux en vue de déterminer de quelle façon, avec une modélisation de complexité intermédiaire, les différents types de modulation se comportent en milieu urbain sur la base d'un taux d'erreur de transmission acceptable. De même, dans l'optique où une approche systématique mènera à l'évaluation des performances des systèmes de communications numériques sur la base des spécifications proposées, on cherchera à préciser les délais qui devront être respectés entre les répétitions successives de transmission et le nombre de répétitions souhaitables pour assurer une performance minimale.

Sur cette base, notre proposition de contrat soumise en février 1981

donna naissance au contrat OSU81-00145 qui s'échelonna du 22 juin 1981 au 31 mars 1982, et les principaux résultats, tels que rapportés dans notre rapport LT-82-8214, ont été:

#### Phase IV (1981-82)

10) Il a été constaté, qu'après une étude extrêmement étoffée sur l'influence du type de modulation utilisé (C-FSK, NC-FSK, C-PSK, DC-PSK, TFM) sur la prédiction du taux d'erreur d'un système numérique opérant à faible vitesse de transmission, celle-ci n'avait que très peu d'influence en comparaison avec les conditions de propagation sur la performance globale du système.

20) que les résultats obtenus à partir de la modélisation de la réponse impulsionnelle du canal avec l'effet des parcours multiples justifiaient que l'on vise à établir une relation entre la prédiction du niveau du signal reçu et la séquence d'erreur qui en résulte à la sortie du détecteur dans un canal radio-mobile numérique. En particulier, la génération de telles séquences d'erreurs permettrait non seulement de connaître leurs propriétés statistiques mais également de corrélérer ces propriétés statistiques avec les différents types de milieux urbains, de prédire la performance qu'on est susceptible d'obtenir avec des procédures et des codes de correction et de détection d'erreurs.

Ce fut là également un tournant dans notre étude globale des conditions de propagation en milieu urbain et de leurs relations avec la prédiction de performance. Notre proposition de contrat, en date du mois d'avril 1982, faisait d'ailleurs état de nos idées premières à ce sujet. C'est ainsi que nous proposons, dans le cadre de notre travail sur la modélisation de la performance des systèmes numériques à basse vitesse, de générer des séquences d'erreurs à partir de modèles simples de l'affaiblissement et de faire l'étude des propriétés statistiques de ces séquences, l'estimation de l'amélioration à obtenir par les techniques de codage en bloc pour fins de détection et correction d'erreurs et des procédures de transmission comme la répétition de messages et l'entrelacement de bits. Cette proposition fut retenue et donna lieu au contrat OSU82-00210, couvrant la période du 24 août 1982 au 31 mars 1983.

C'est dans ce cadre que les résultats originaux obtenus, donnés en détails dans notre rapport LRTS-83-8816 sont les suivants:

#### Phase V (1982-83)

10) Il est possible de modéliser analytiquement le canal avec les appro-

ches de Rayleigh et de Rice et d'établir avec cette technique une relation entre le rapport signal-à-bruit et la probabilité d'erreur d'un bit transmis dans le canal radio-mobile.

20) les techniques de codage de type BCH peuvent être utilisées en parallèle avec l'entrelacement de bits pour amener des améliorations sensibles de performance. L'introduction de ces techniques dans le modèle du canal permet d'en établir quantitativement les performances sous diverses conditions différentes, que ce soit de la fréquence d'opération, de la vitesse du véhicule, du taux de transmission ou du rapport du signal en ligne-de-vue sur le signal multivoie.

Les nombreux résultats intéressants obtenus au cours de la phase V de ce travail nous ont amenés finalement à proposer, en décembre 1982, une recherche qui fait l'objet du présent rapport. Les buts spécifiques proposés pour cette recherche s'inscrivaient dans l'optique où les auteurs désiraient faire la jonction entre les études de modélisation et simulation d'une part, et les programmes de mesures des conditions de propagation d'autre part, sans qu'ils sachent cependant qu'une campagne de mesures menée au cours de l'été 1983 donnerait des résultats aussi satisfaisants. Elle a orienté définitivement les travaux de cette Phase VI vers l'interprétation des résultats obtenus et leur analyse statistique au détriment de certains des objectifs spécifiques mentionnés dans notre proposition de décembre 1982 et qui fait l'objet du contrat OST83-00071. Cependant, l'intérêt d'amorcer une étude comparative extrêmement sérieuse des résultats disponibles jusqu'à maintenant grâce à la banque de données expérimentales justifie, à notre avis, cette modification des travaux effectivement réalisés.

### 1.3 PLAN DE CE RAPPORT

Le plan du rapport final de la phase VI (contrat OST83-00071) est le suivant:

au chapitre I, on retrouve une introduction qui fait un bilan synthétique des activités réalisées jusqu'à maintenant dans la modélisation du canal radio-mobile urbain;

au chapitre II, on présente une description détaillée du système de

mesures qui a été utilisé au cours de l'été 1983 pour obtenir des résultats expérimentaux. On y situe également l'emplacement général des mesures, les caractéristiques et les calibrations des appareils utilisés;

au chapitre III, on retrouve une analyse détaillée d'un fichier témoin et on tente d'en tirer le plus de résultats possibles par un traitement approprié. C'est ainsi que l'ensemble des éléments exerçant une influence possible sur les résultats obtenus tels la topographie, le traitement des données, le détail des parcours, les obstructions possibles sont inclus dans une présentation rigoureuse de la façon dont nous approchons l'analyse des résultats expérimentaux;

le chapitre IV dresse le bilan général des résultats obtenus, de leurs significations dans le contexte global de la modélisation et des perspectives qui s'ouvrent pour les travaux à venir.

Finalement, afin que le rapport soit complet et comporte en une seule source tous les résultats expérimentaux avec les détails techniques de chacun des fichiers, les annexes A et B présentent l'ensemble des résultats obtenus au cours de la campagne de mesures 1983. Chacun de ces fichiers pourra ainsi faire l'objet d'une analyse technique détaillée si, le cas échéant, le besoin d'en fait sentir.

## Chapitre 2

### INSTRUMENTATION

#### 2.1 INTRODUCTION

C'est au cours de l'été 1983 qu'une campagne de mesures expérimentales d'un canal de transmission radio-mobile a été menée dans la région d'Ottawa, en collaboration avec le Centre de Recherches en Communications du Ministère des Communications du Canada. On retrouve dans cette région, à l'exception de ce qui pourrait être considéré comme un milieu urbain à forte densité, tous les autres types de milieux (ouverts, suburbains, urbains), permettant ainsi une caractérisation assez précise du canal radio-mobile. Une carte de la région couverte par la campagne de mesures est présentée à la figure 2-1. Les objectifs fondamentaux de ces expériences sont évidemment l'étude du comportement physique du canal et, également, la vérification de la validité des modèles mathématiques d'affaiblissements du signal, particulièrement ceux de Rayleigh, de Rice ou log-normal.

La fréquence d'opération du système de télécommunications utilisé pour les mesures a été fixée à 910 MHz. L'amplitude du signal reçu par l'unité mobile et la distance parcourue par celle-ci ont été enregistrées sur ruban magnétique. Les données relatives à la distance moyenne séparant le transmetteur et le récepteur, le type de milieu et la direction du véhicule ont également été enregistrées.

Dans ce chapitre, on s'intéressera plus particulièrement à la description détaillée du système de communications et de mesures qui a été utilisé, alors que l'analyse des résultats obtenus lors de ces expériences fait l'objet du chapitre suivant.

#### 2.2 DESCRIPTION DU SYSTEME DE COMMUNICATIONS

Tel que nous l'avons mentionné précédemment, l'objectif premier de la

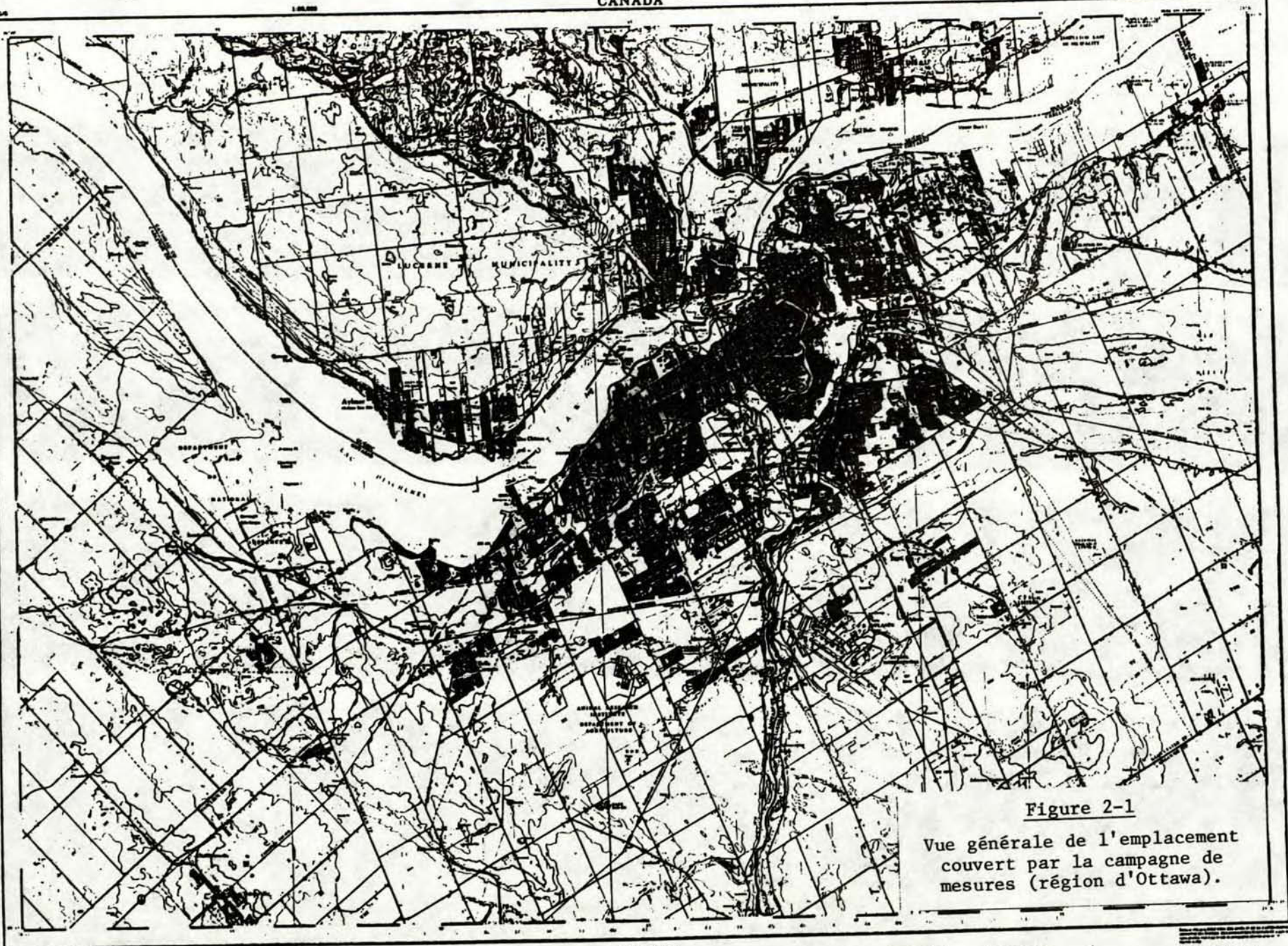


Figure 2-1

Vue générale de l'emplacement  
 couvert par la campagne de  
 mesures (région d'Ottawa).

OTTAWA  
 ONTARIO - QUÉBEC  
 Scale 1:50,000



campagne de mesures était de recueillir suffisamment d'information sur le canal de transmission radio-mobile pour qu'il soit possible de relier les propriétés statistiques de ce dernier aux caractéristiques du milieu. La région d'Ottawa, par la diversité de son environnement, se prête d'ailleurs bien à ce genre d'expériences car presque tous les types de milieu y sont représentés à l'exclusion d'un milieu urbain très dense.

#### Eléments du système

Le premier élément du système consiste en une station émettrice fixe transmettant une porteuse non modulée à une fréquence de 910 MHz (figure 2-2). On enregistre au récepteur situé dans le véhicule se déplaçant le long d'un parcours connu, l'amplitude du signal et la position de l'unité mobile. Dans notre cas, la distance entre le transmetteur et le récepteur est toujours en-deçà de 20 km et l'élévation du terrain, pour sa part, varie de 50 m à 100 m au-dessus du niveau de la mer. La hauteur de l'antenne de transmission, située sur le toit du Centre de Recherches en Communications, est de 33,5 m alors que l'antenne de réception placée sur le toit du véhicule est à 3,8 m du sol. La vitesse du véhicule ne dépasse pas 60 km/h et il arrive que le véhicule doive parfois s'immobiliser lors d'un enregistrement. Dans l'unité mobile, un système d'acquisition de données échantillonne le niveau du signal reçu et la position du mobile. Les échantillons sont, par la suite, quantifiés et enregistrés sur ruban magnétique pour être traités ultérieurement.

#### Principe de fonctionnement

Ce paragraphe expose le principe de fonctionnement du transmetteur et le schéma-bloc de la figure 2-3 indique les principales composantes du système de transmission. Un étalon de fréquence au Rubidium génère un signal de 5 MHz avec une très grande stabilité et ce signal sert de référence à un synthétiseur de fréquence qui produit le signal à la fréquence intermédiaire (IF) de 70 MHz. Un multiplicateur de fréquence utilise une partie de ce signal à la fréquence intermédiaire pour générer un signal de 840 MHz, c'est-à-dire douze fois la fréquence initiale. Le signal de fréquence radio (RF) de 910 MHz est obtenu en mélangeant les signaux de 70 MHz et de 840 MHz. Un filtre passe-bande centré à 910 MHz, de largeur de bande de 10 kHz, limite l'émission de signaux indésirables.

Le signal filtré passe subséquemment dans deux étages d'amplification afin d'atteindre une puissance de 10 watts. Une antenne de transmission omnidi-

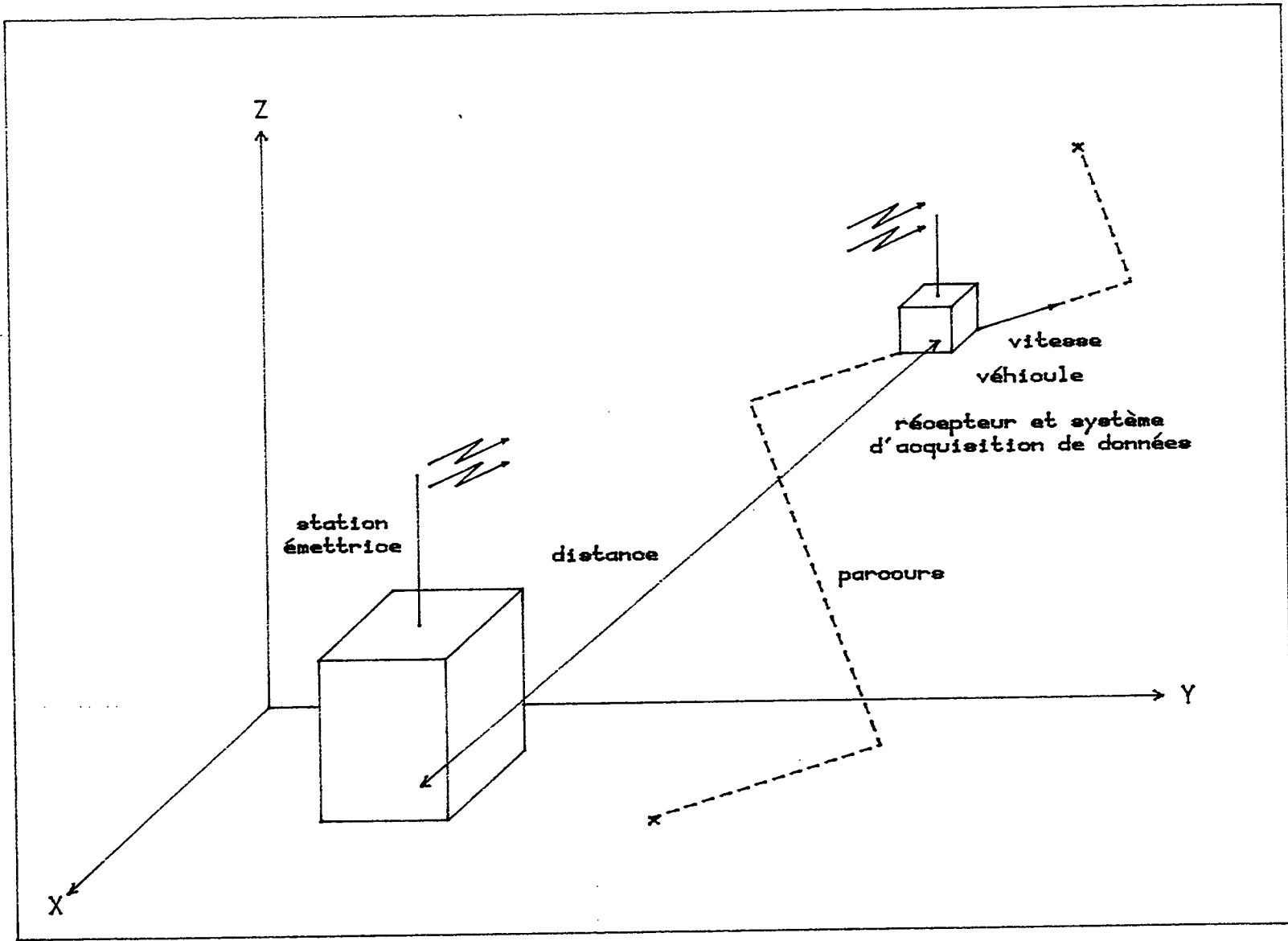


Figure 2-2: Système de télécommunication.

rectionnelle dont le gain est de 9 dB est utilisée pour l'émission de la porteuse non modulée à 910 MHz. Cette antenne est, comme il a été mentionné antérieurement, située à une hauteur de 33,5 m permettant ainsi d'éviter, dans la majorité des cas, les obstructions engendrées par les variations topographiques du terrain.

Le système de réception est représenté à la figure 2-4. Un monopôle vertical est utilisé comme antenne de réception. Le diagramme de rayonnement de l'antenne est omnidirectionnel et son gain unitaire. Le signal RF à 910 MHz, ayant été au préalable filtré afin de rejeter le maximum de signaux interférents, est ramené à une plage dynamique plus élevée par un étage de préamplification. Cependant, on utilise un atténuateur variable pour minimiser les risques de saturation du récepteur-mélangeur dans le cas où l'amplitude du signal devient trop importante. Un signal à la fréquence intermédiaire de 20 MHz est produit par le récepteur-mélangeur; ce signal n'est toutefois pas requis pour cette expérience. Le récepteur génère également une tension de commande de gain automatique (CGA) qui est fonction de la puissance du signal reçu. La figure 2-5 indique la relation existant entre la tension CGA et le niveau du signal à l'entrée du récepteur. Il est important de noter que cette relation n'est pas linéaire. La courbe de calibration présentée ici est réalisée en comparant la puissance de sortie d'un générateur de fréquence dont le niveau est fixé à une valeur connue, et la tension de commande de gain automatique correspondante. Le système exposé constitue le système de télécommunications proprement dit; le système d'acquisition de données est décrit à la section suivante.

### 2.3 SYSTEME D'ACQUISITION DE DONNEES

L'enregistrement sur ruban magnétique des mesures expérimentales est nécessaire pour l'analyse ultérieure des propriétés du canal de propagation. Le système d'acquisition (figure 2-4) permet d'enregistrer les données recueillies durant la campagne de mesures. L'échantillonnage des données relatives au niveau du signal à la réception et la distance parcourue par le véhicule est effectué par cette unité de commande centrale.

Un convertisseur analogique-numérique échantillonne et quantifie la tension CGA du récepteur-mélangeur sur 128 niveaux à l'aide de mots de 7 bits. La courbe de calibration de la sortie du convertisseur (exprimée sous forme hexadécimale) en fonction de la puissance du signal à l'entrée du récepteur est

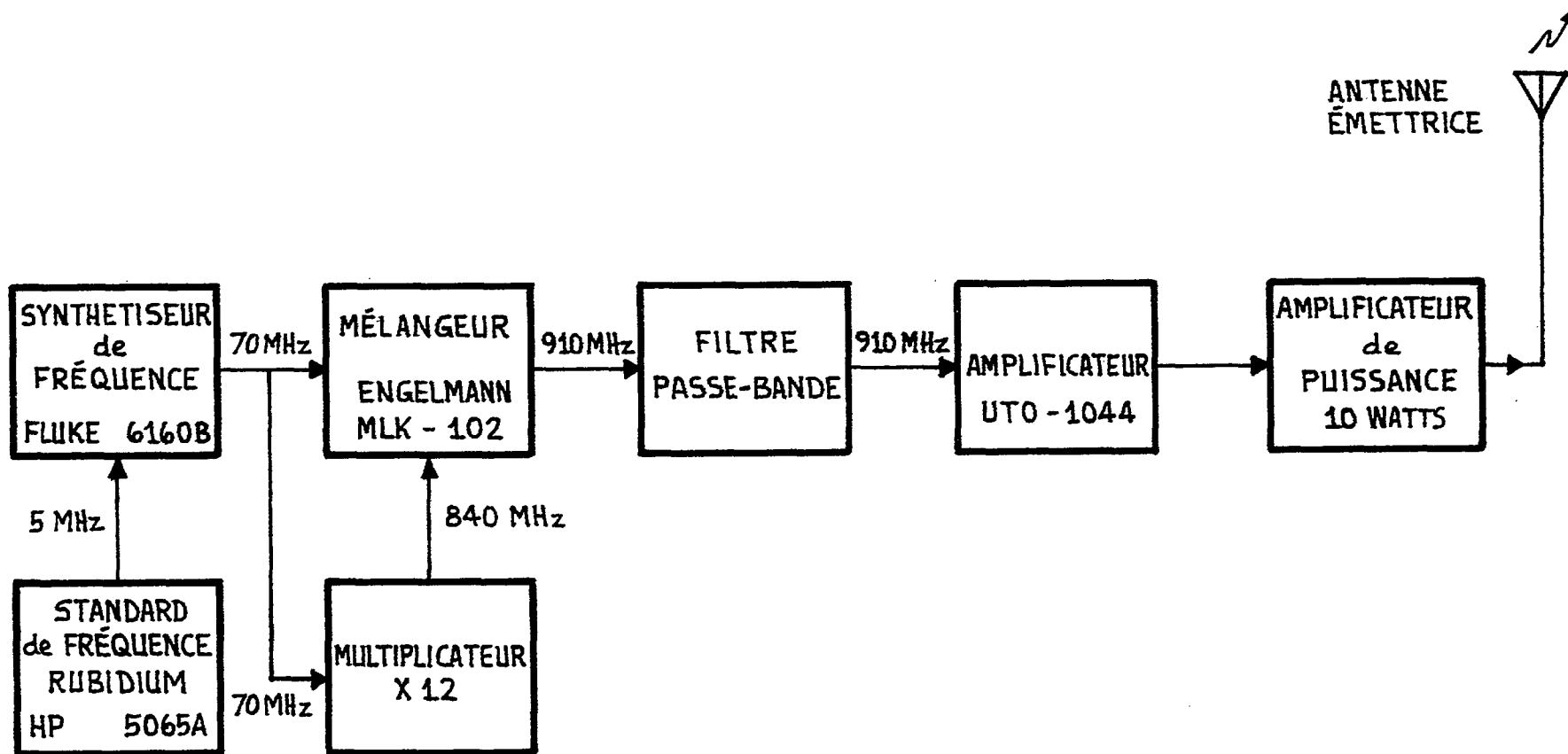


Figure 2-3: Principales composantes du système de transmission.

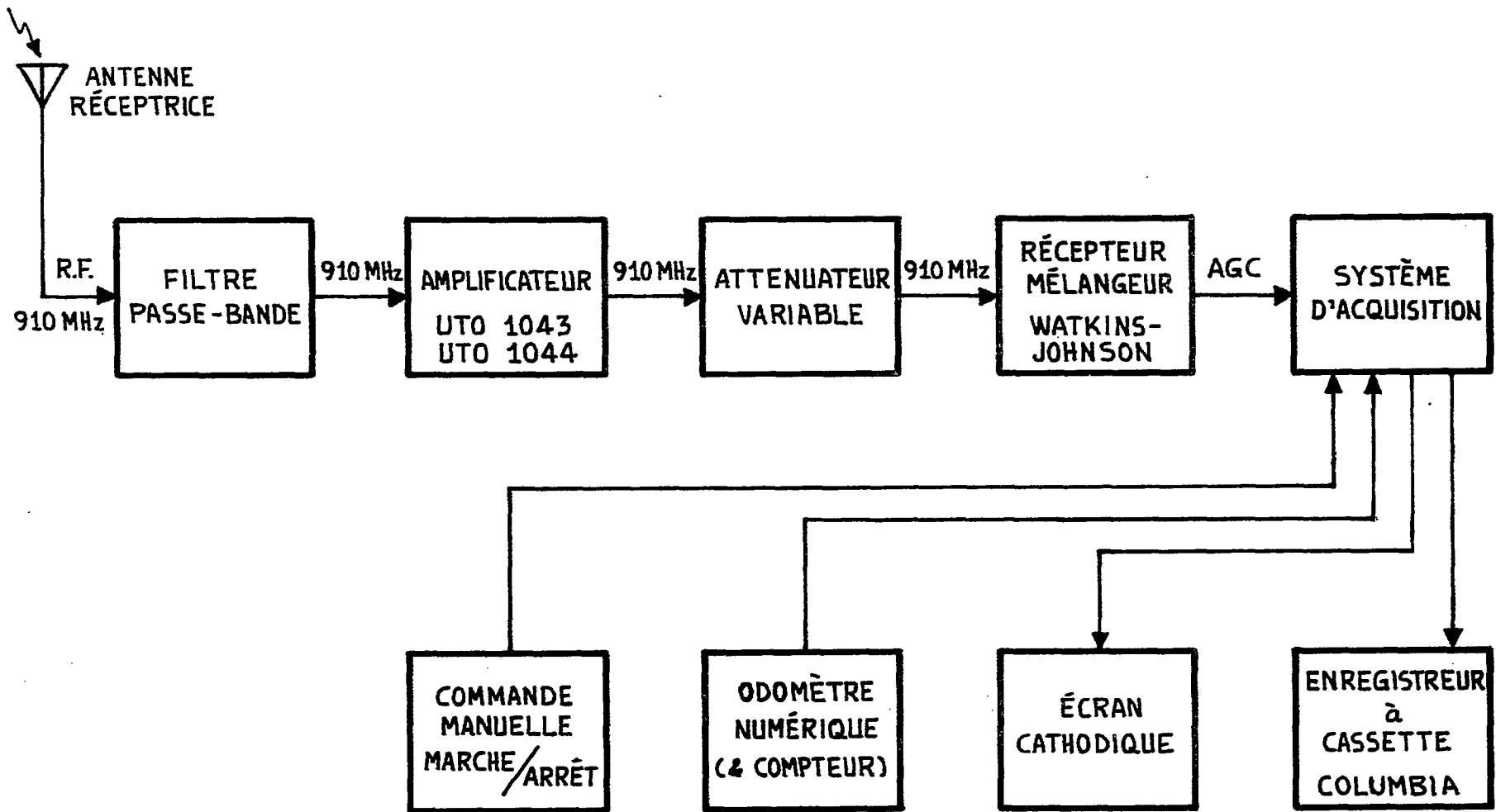


Figure 2-4: Système de réception (unité mobile).

## COURBE DE CALIBRATION

### AGC OUT (VOLTMÈTRE) VS ENTRÉE

FRÉQUENCE : 910 MHz

ATTÉNUATION : 0 dB

FICHIER : 005

### MONTAGE DE CALIBRATION

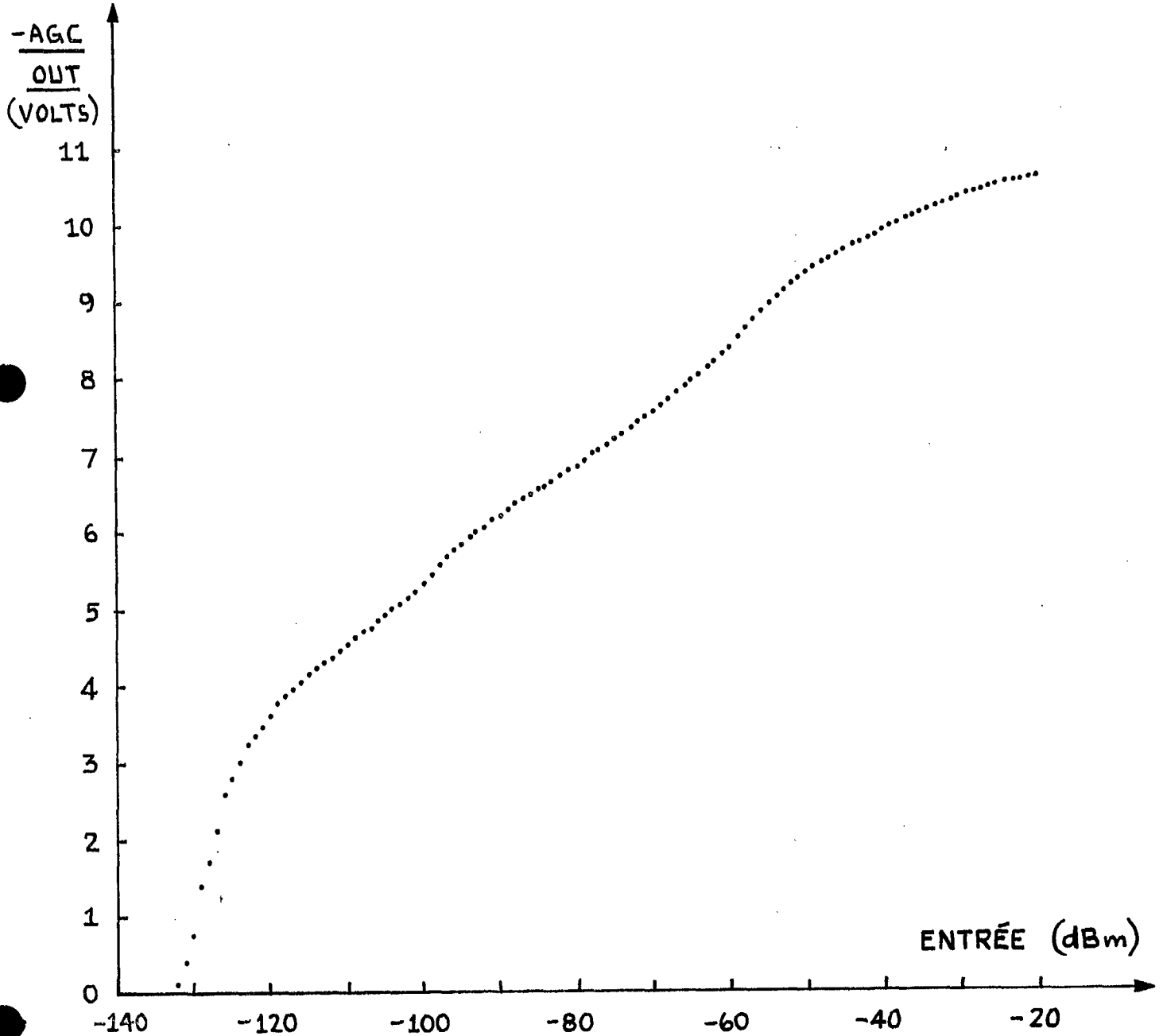
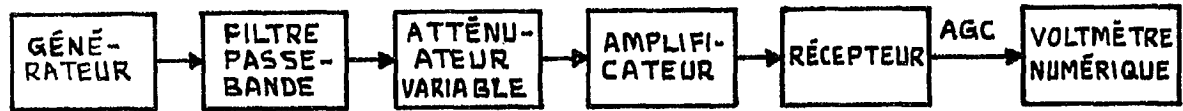


Figure 2-5: Relation entre la tension CGA et le niveau du signal à l'entrée du récepteur.

### COURBE DE CALIBRATION

CODE - SORTIE (HEX.) vs ENTRÉE

FRÉQUENCE : 910 MHz  
 ATTÉNUATION : 0 dB  
 FICHER : 005

#### MONTAGE DE CALIBRATION

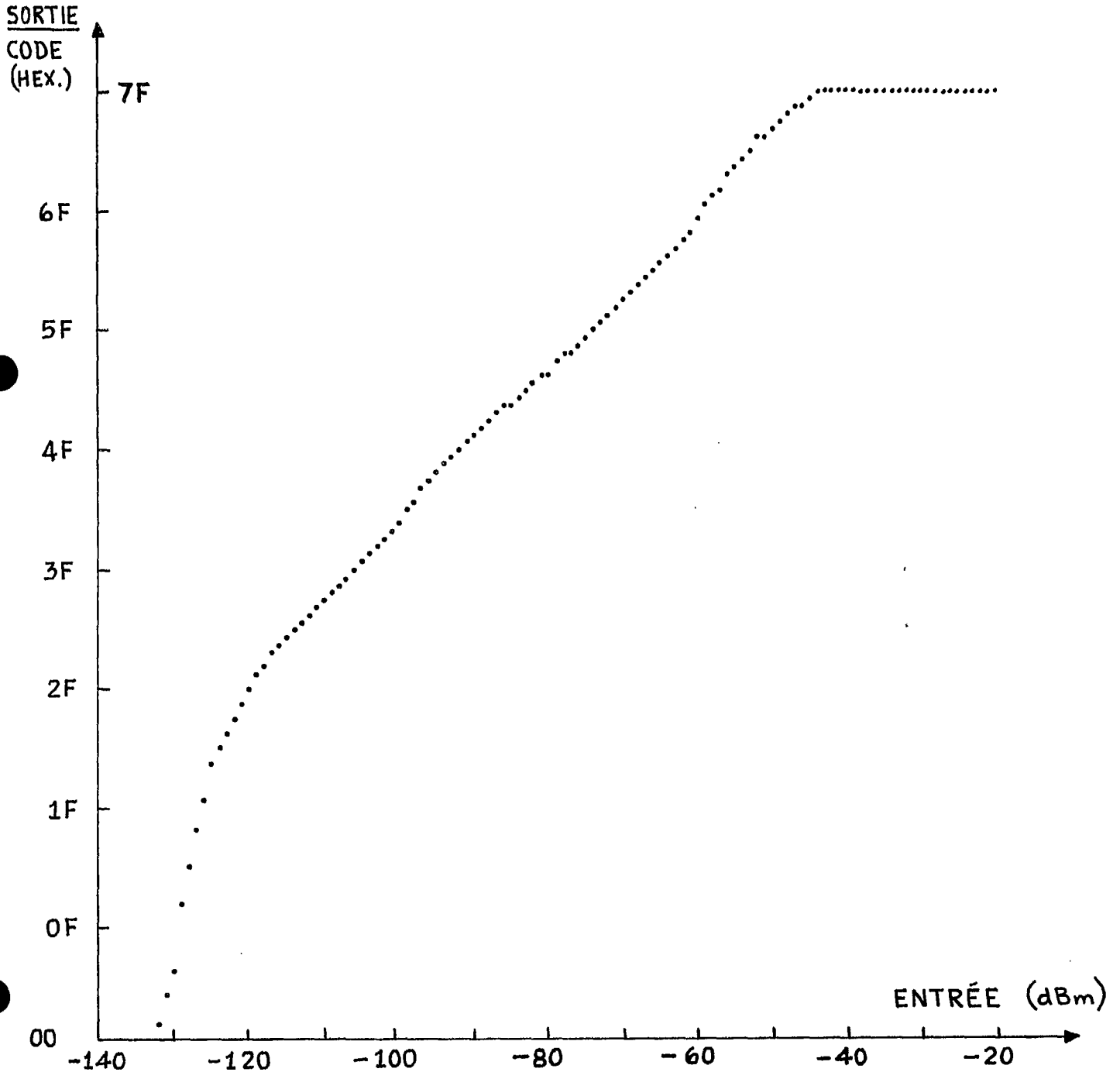


Figure 2-6: Courbe de calibration de la sortie du convertisseur en fonction de la puissance du signal à l'entrée du récepteur.

présentée à la figure 2-6. Le montage réalisé pour obtenir la courbe de calibration est similaire à celui utilisé pour déterminer la relation entre la tension CGA et la puissance. Les deux courbes des figures 2-5 et 2-6 présentent une grande similitude si on fait abstraction des erreurs de quantifications inhérentes au convertisseur lorsque les puissances sont inférieures à - 50 dBm. Au-delà de cette puissance, la tension continue à augmenter jusqu'à 10,7 volts tandis que la sortie du convertisseur ne peut dépasser le code hexadécimal maximal 7F (i.e. les 7 bits sont à l'état "1"). C'est la courbe de calibration de la figure 2-6 que l'on utilise lors de l'analyse statistique des résultats afin d'identifier le niveau du signal à partir des codes hexadécimaux issus du convertisseur analogique-numérique.

La position du véhicule est donnée par un odomètre numérique calibré pour générer une impulsion à tous les 5 cm parcourus par l'unité mobile. Un compteur de 16 bits relié à l'odomètre indique le nombre d'impulsions encourues depuis le début de la mesure, c'est-à-dire le déplacement du véhicule. Le compteur peut ainsi enregistrer jusqu'à 65536 impulsions (i.e.  $2^{16}$ ), ce qui équivaut à 3276,8 m avant de se réinitialiser à 0.

Le système d'acquisition de données échantillonne toutes les 10 ms la sortie du compteur de même que les 7 bits provenant du convertisseur analogique-numérique. Les données sont alors transférées à un enregistreur numérique à cassette. Une commande manuelle permet de débiter et de terminer à loisir les séries de mesures. Au commencement d'un enregistrement, le système inscrit sur le ruban magnétique la date et l'heure. Par la suite, les données concernant le niveau du signal et la position du véhicule sont enregistrées jusqu'à ce que l'on termine la mesure par la commande d'arrêt. A ce moment, le système indique à nouveau la date et l'heure ainsi que le nombre d'échantillons considérés. Ensuite, le nombre d'échantillons correspondant à chacun des 128 niveaux discrets du convertisseur est inscrit sur le ruban; on obtient, de cette façon, la distribution de l'amplitude du signal reçu par le mobile. Un exemple de distribution du niveau du signal est présenté à la figure 2-7 alors que la figure 2-8 indique le format d'enregistrement des données numériques.

#### 2.4 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons expliqué le fonctionnement du système de mesures et d'acquisition de données qui a été utilisé pour effectuer la campagne



# Distribution des niveaux

Echantillons

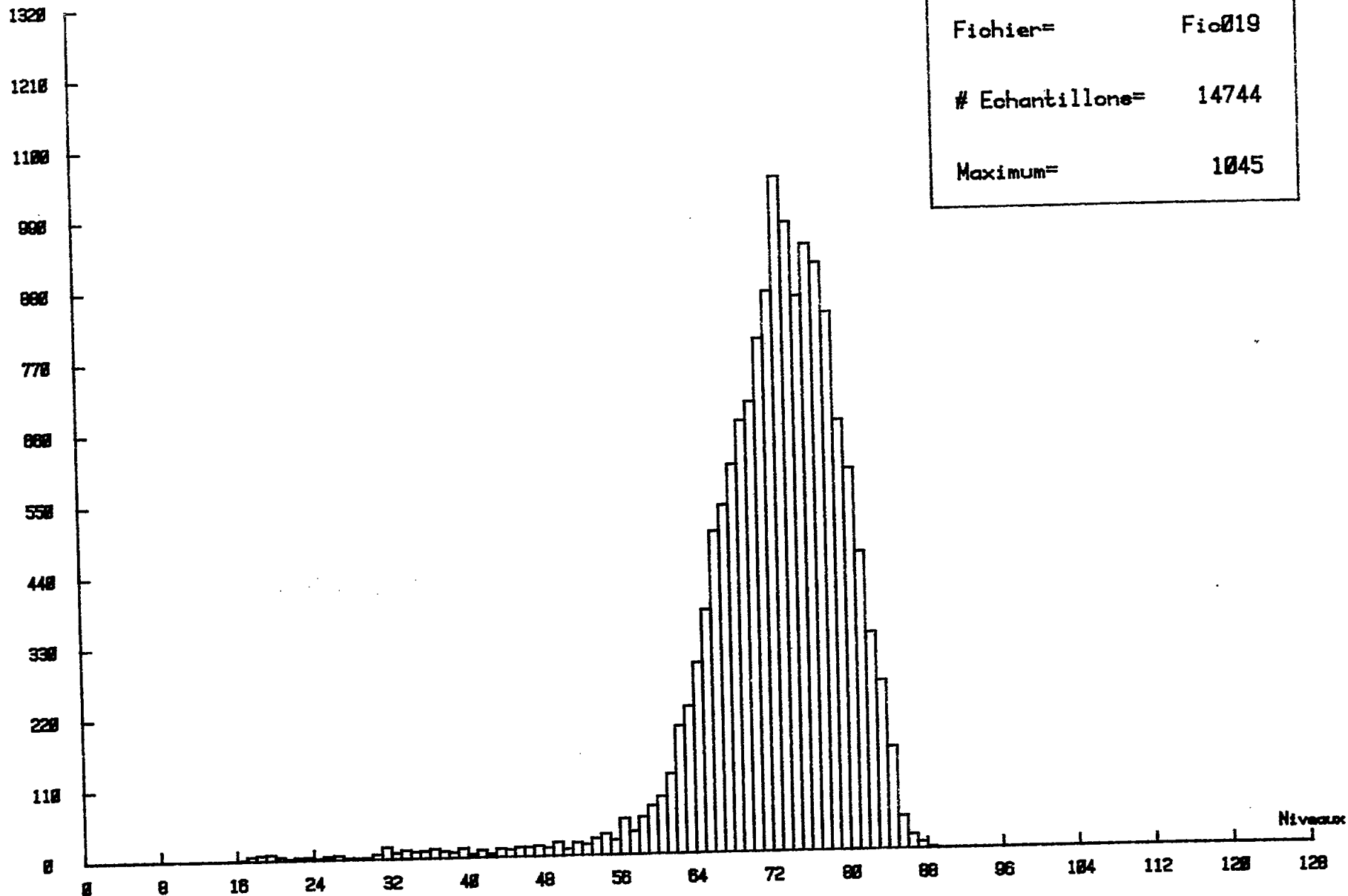


Figure 2-7: Exemple de distribution (sous forme d'histogramme) du niveau du signal reçu à l'unité mobile.

1) Début de l'enregistrement.

$A_1$	$A_2:$	année (deux derniers digits)
$M_1$	$M_2:$	mois
$J_1$	$J_2:$	jour
$H_1$	$H_2:$	heure
$m_1$	$m_2:$	minute
$S_1$	$S_2:$	seconde

2) Enregistrement.

$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$p_{1,1}$	$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{1,4}$	F	F
$a_{i,1}$	$a_{i,2}$	$p_{i,1}$	$p_{i,2}$	$p_{i,3}$	$p_{i,4}$	F	F
$a_{k,1}$	$a_{k,2}$	$p_{k,1}$	$p_{k,2}$	$p_{k,3}$	$p_{k,4}$	F	F

où  $a_{i,1}$   $a_{i,2}$ : amplitude du signal (hexadécimal),  
 $p_{i,1}$   $p_{i,2}$   $p_{i,3}$   $p_{i,4}$ : position du véhicule (hexadécimal)  
 et F F: indicateur de fin de mesure  
 pour le  $i^{\text{ème}}$  échantillon de l'enregistrement.

3) Fin de l'enregistrement.

F	F:	indication de fin d'enregistrement	
$A_3$	$A_4:$	année	
$M_3$	$M_4:$	mois	
$J_3$	$J_4:$	jour	
$H_3$	$H_4:$	heure	
$m_3$	$m_4:$	minute	
$S_3$	$S_4:$	seconde	
F	F:	indicateur de séparation	
$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4:$ nombre total d'échantillons
F	F:	indicateur de séparation	
$e_{1,1}$	$e_{1,2}$	$e_{1,3}$	$e_{1,4}:$ # échant. (classe 1)
$e_{128,1}$	$e_{128,2}$	$e_{128,3}$	$e_{128,4}:$ # échant. (classe 128)

Figure 2-8: Format des enregistrements sur ruban magnétique

de mesures dont les résultats seront analysés au chapitre subséquent.

Ce système a fait l'objet de discussions avec les membres du CRC concernés et la mise au point a été effectuée conjointement avec ceux-ci. Les détails techniques de tous les appareils et composants employés se retrouvent dans les manuels d'instruction des divers manufacturiers.

## Chapitre 3

### ANALYSE DES RESULTATS EXPERIMENTAUX

#### 3.1 INTRODUCTION

Le présent chapitre est consacré à l'analyse des enregistrements du niveau du signal reçu et du déplacement de l'unité mobile de réception; ces résultats ont été obtenus au cours de la campagne de mesures de l'été 1983 menée dans la ville d'Ottawa et ses environs. Les divers types de milieux étaient représentés dans la région considérée, à l'exception d'un milieu urbain à très forte densité. En général, il n'y avait pas ou peu d'obstructions reliées aux conditions topographiques dans la région située entre le transmetteur et le récepteur. Un total de cinquante-cinq fichiers de mesures expérimentales a été enregistré à bord du véhicule à l'aide d'un enregistreur numérique (4 pistes) à cassette. Par la suite, afin de permettre l'utilisation de lecteurs de rubans plus conventionnels et ainsi en faciliter le traitement sur ordinateur, ces enregistrements ont été transférés sur ruban 9 pistes.

A la section 3.2, on s'intéressera aux données relatives à la topographie du terrain avoisinant les différents parcours choisis avec l'unité mobile lors de la campagne de mesures expérimentales. La section 3.3 présente une description des programmes utilisés pour le traitement des données recueillies et une analyse détaillée d'un fichier typique de mesures fait l'objet de la section suivante. Pour être complet et ne pas surcharger la présentation de ce chapitre, plusieurs figures et graphiques similaires à ceux qui y sont introduits seront présentés en annexe.

#### 3.2 TOPOGRAPHIE DU TERRAIN

Il est opportun de relever les caractéristiques topographiques du milieu dans lequel on effectue les mesures d'amplitude du signal à la réception de l'unité mobile afin d'identifier avec précision l'effet de chacun des para-

mètres du canal de transmission.

La distance qui sépare le récepteur du transmetteur apparaît évidemment comme un paramètre prédominant sur le niveau moyen du signal reçu. La densité des obstacles avoisinant l'unité de réception (autres véhicules, édifices, etc.) ou le type de milieu a une influence importante sur la variation de l'amplitude du signal. La direction, par rapport à l'orientation du trajet entre le transmetteur et le récepteur, selon laquelle se déplace le mobile a également un effet sur le niveau moyen à la réception. La présence d'obstacles naturels entre la station émettrice fixe et le véhicule diminue le niveau moyen de l'amplitude du signal. A l'aide de cartes topographiques on peut indiquer s'il y a obstruction et, le cas échéant, relever la position des obstacles. Les conditions atmosphériques peuvent aussi jouer un rôle sur le résultat des mesures expérimentales: afin d'éliminer le plus possible ce paramètre, l'ensemble des mesures ont été effectuées dans des conditions météorologiques à peu près identiques, c'est-à-dire lors de journées ensoleillées au mois d'août 1983.

On a noté les caractéristiques topographiques propres à chaque série de mesures. A l'annexe A, on présente le relevé topographique associé à chacun des fichiers d'enregistrements. Il convient de préciser que les fichiers FIC001 et FIC006 ne servent qu'à la calibration, en laboratoire (FIC001) et avec le véhicule immobilisé à l'extérieur du Centre de Recherches en Communications (FIC006), des systèmes de réception et d'acquisition de données. Aucune courbe topographique n'est évidemment présentée pour chacun de ces deux cas.

Sur les relevés topographiques illustrés en annexe, la terre est supposée plane. Cependant, pour une fréquence d'opération du système de télécommunication de 910 MHz et une distance de 20 km entre la station émettrice et l'unité mobile, cette approximation peut toutefois sembler un peu grossière. En effet, si l'on considère qu'une bonne approximation pratique de la distance limite au-delà de laquelle la validité de l'hypothèse d'une terre plane commence à ne plus être valable est donnée par l'équation (3-1) [6]:

$$d_{\text{km}} < 80 / (f_p)^{\frac{1}{3}} \quad (3-1)$$

où  $f_p$  est la fréquence d'opération exprimée en MHz.

On obtient, en utilisant (3-1) avec une fréquence de 910 MHz une distance limite de 8,26 km. Or la distance séparant le récepteur du transmetteur, pour plusieurs parcours étudiés, dépasse cette distance limite hypothétique sans, toutefois, excéder 20 km.

En tenant compte de la rotondité de la terre, la distance maximale de visibilité entre la station fixe et le véhicule est déterminée par la courbure de la terre et la hauteur respective des antennes de transmission et de réception. L'équation (3-2) indique la relation entre la distance maximale de visibilité, le rayon terrestre et la hauteur de chacune des antennes:

$$d_{\max} = (2 \cdot a \cdot h_1)^{\frac{1}{2}} + (2 \cdot a \cdot h_2)^{\frac{1}{2}} \quad (3-2)$$

où

$$a = 6371 \text{ km} \quad (\text{rayon de la terre})$$

$$h_1 = 33,5 \text{ m} \quad (\text{hauteur de l'antenne émettrice})$$

$$h_2 = 3,8 \text{ m} \quad (\text{hauteur de l'antenne réceptrice})$$

$$d_{\max} = \text{distance maximale de visibilité.}$$

De même, il est bien connu que les conditions atmosphériques de propagation influencent une liaison radio. Cela se traduit notamment par une courbure du faisceau d'énergie émis en direction du sol lorsque les conditions météorologiques sont normales, et des conditions anormales peuvent entraîner une déviation partielle ou totale de l'énergie à l'extérieur du parcours terrestre considéré. Normalement, on tient compte de ces effets en introduisant dans les calculs un rayon terrestre équivalent  $Ka$  où  $K$  est un facteur de correction qui tient compte de l'inflexion des rayons dans la troposphère terrestre. En général, une valeur de  $4/3$  pour  $K$  représente des conditions de propagation normales. Les mesures expérimentales ayant été effectuées en des conditions météorologiques quasi-idéales (i.e. lors de journées ensoleillées), il est logique de supposer que la valeur universelle  $K=4/3$  était respectée. Il faut préciser également que plusieurs trajets entre le transmetteur et le récepteur étaient mixtes et se situaient donc partiellement au-dessus d'étendues d'eau, ceci pouvant amener de très légères modifications des conditions de propagation. Le facteur  $K$  est défini comme étant le rapport entre le rayon effectif de la terre et son rayon réel ( $a = 6371 \text{ km}$ ) et la distance maximale de visibilité  $d_{\max}$  est une fonction de la courbure effective de la terre. Le facteur  $K$  modifie la distance de visibilité, et (3-2) devient alors:

$$d_{\max} = (2 \cdot K \cdot a \cdot h_1)^{\frac{1}{2}} + (2 \cdot K \cdot a \cdot h_2)^{\frac{1}{2}} \quad (3-3)$$

Le tableau 3-1 donne à titre indicatif la distance maximale de visibilité associée à diverses valeurs de  $K$  et les figures 3-1, 3-2, 3-3 représentent le trajet du faisceau en ligne-de-vue entre le transmetteur et le récepteur lorsque ces derniers sont situés à la distance maximale de visibilité l'un de l'autre. Dans le pire cas considéré, c'est-à-dire pour un facteur  $K$  de  $2/3$ ,

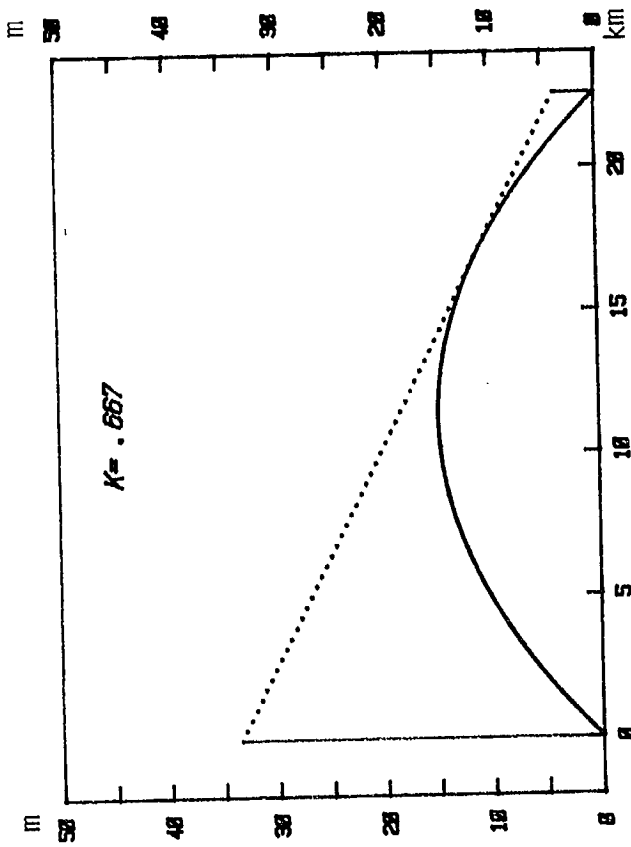


Figure 3.3 Visibilité maximale ( $K = 2/3$ ).

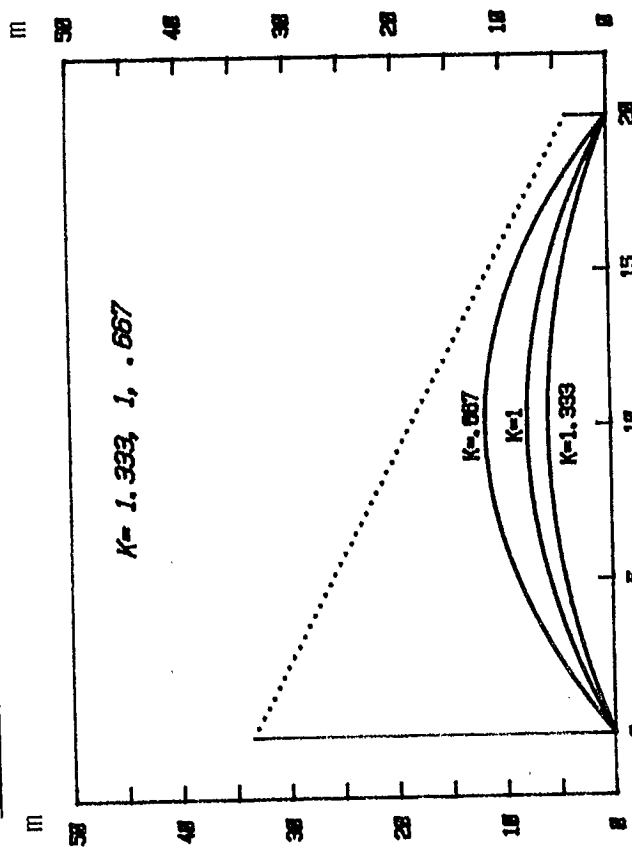


Figure 3.4 Dégagement en fonction de K.

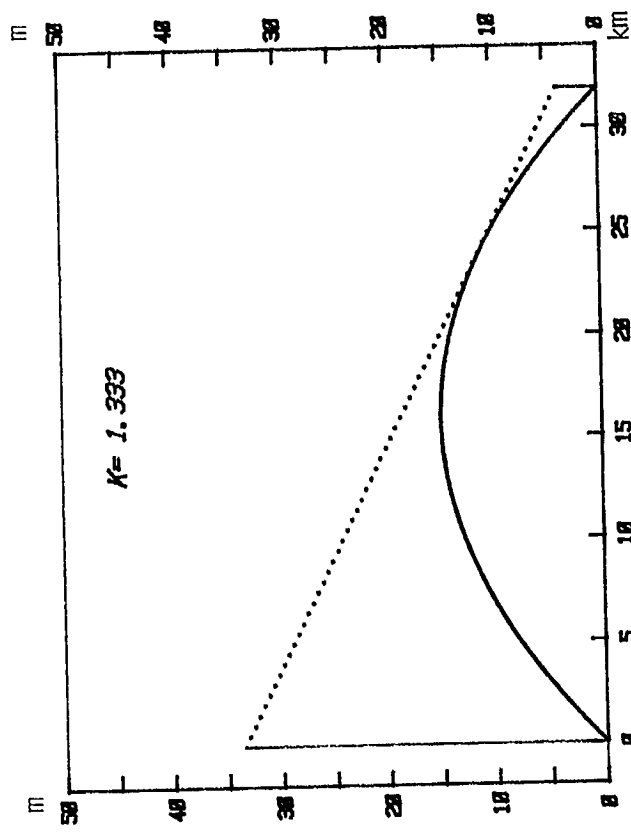


Figure 3.1 Visibilité maximale ( $K = 4/3$ ).

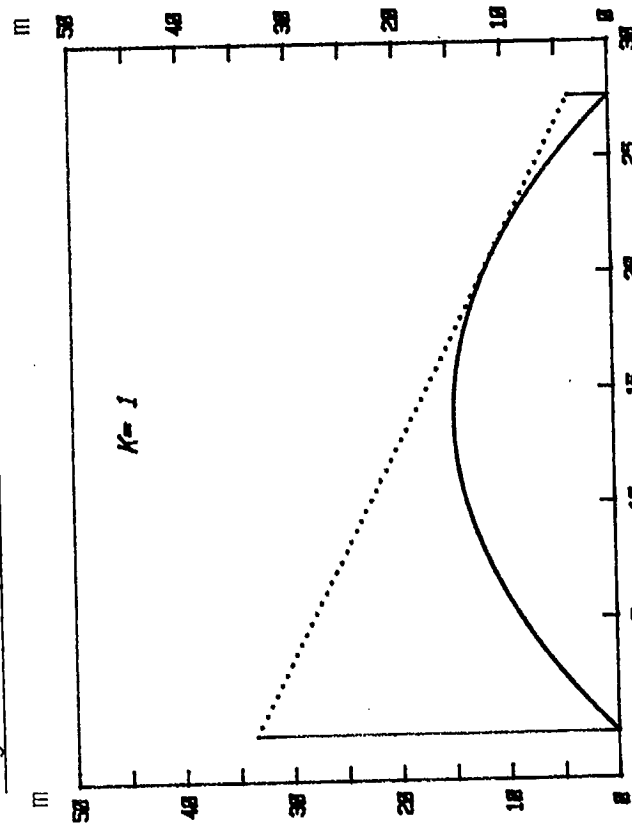


Figure 3.2 Visibilité maximale ( $K = 1$ ).

Facteur K	Distance maximale de visibilité $d_{\max}$ (en km)
4/3	31,89
1	27,62
2/3	22,56

Tableau 3-1: Distance maximale de visibilité pour différents rayons terrestres équivalents.

la distance maximale de visibilité serait de 22,56 km. La distance maximale de visibilité passe à 27,62 km et 31,89 km pour des valeurs respectives de K de 1 et 4/3. Or, lors de l'enregistrement des mesures expérimentales, la distance entre le récepteur et le transmetteur n'a, en aucune occasion, dépassé 20 km. A cette distance, le faisceau n'est pas obstrué par la surface terrestre et, ce, pour les trois valeurs du facteur K considérées. La figure 3-4 indique le dégagement entre le faisceau direct et la surface de la terre pour chacun de ces trois cas. La hauteur additionnelle due à la rotondité de la terre en comparaison avec la droite horizontale qui relie la base de la station terrestre à l'unité mobile est donnée par l'équation suivante [7]:

$$h_t = \frac{0,078d_1d_2}{K} \quad (3-4)$$

où  $h_t$  : hauteur de la terre (m)

$d_1$  : distance entre un point et le transmetteur (km)

$d_2$  : distance entre ce point et le récepteur (km)

L'examen des relevés à l'annexe A indique que les variations topographiques entre le transmetteur et le récepteur sont plus importantes que l'élévation de la surface de la terre due à sa courbure. Il s'ensuit que la représentation sur une terre plane des données topographiques suffit pour indiquer clairement la position des obstacles naturels et que les corrections dues à la courbure terrestre peuvent être négligées dans ce cas.

Le tableau 3-2 indique pour chacun des enregistrements, s'il y a obstruction entre le transmetteur et le récepteur. On note, à l'aide de ce tableau, la présence d'obstacles naturels pour la moitié des enregistrements. De plus, il existe d'autres obstacles importants à la propagation en ligne-de-vue qui ne sont pas illustrés sur les courbes topographiques, à savoir les édifices et autres structures d'acier et de béton (e.g. viaducs, ponts) que l'on retrouve en particulier dans le centre-ville d'Ottawa. En milieu suburbain, la présence



Fichier	Obstruction (X = obstruction)	Fichier	Obstruction (X = obstruction)
FIC001	calibration	FIC031	
FIC002		FIC032	X
FIC003		FIC033	X
FIC004		FIC034	
FIC005	X	FIC035	
FIC006	calibration	FIC036	
FIC007		FIC037	
FIC008		FIC038	X
FIC009	X	FIC039	X
FIC010	X	FIC040	X
FIC011		FIC041	X
FIC012		FIC042	X
FIC013		FIC043	X
FIC014		FIC044	X
FIC015		FIC045	X
FIC016	X	FIC046	
FIC017	X	FIC047	
FIC018	X	FIC048	X
FIC019	X	FIC049	X
FIC020	X	FIC050	
FIC021	X	FIC051	
FIC022	X	FIC052	X
FIC023	X	FIC053	X
FIC024		FIC054	X
FIC025		FIC055	X
FIC026	X	FIC056	X
FIC027	X	FIC057	X
FIC028			
FIC029			
FIC030			

Tableau 3-2: Indication de la présence d'obstacles naturels pour chacun des enregistrements.

d'arbres a pour conséquence de réduire également la zone de visibilité du système de télécommunication.

La diffraction des ondes sur les obstacles conduit à des augmentations et des diminutions du niveau du signal à la réception. Pour minimiser les fluctuations d'amplitude dues aux obstructions et ainsi assurer une meilleure fiabilité à la liaison radio, on doit s'assurer de dégager en tout temps la première zone de Fresnel [6]. L'équation (3-5) donne l'expression du dégagement requis:

$$h_F = \left( \frac{cd}{2f_p} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3-5)$$

- où  $h_F$  : dégagement de la première zone de Fresnel au centre du trajet  
 $c$  : vitesse de la lumière  
 $d$  : distance entre le transmetteur et le récepteur  
 $f_p$  : est la fréquence d'opération en MHz

Un dégagement de 40,6 mètres au centre du trajet (i.e. 10 km) est donc nécessaire pour minimiser la diffraction des ondes à la fréquence d'opération de 910 MHz et pour un parcours maximal de 20 km entre la station terrestre et l'unité mobile. La topographie des trajets choisis pour les mesures expérimentales ne permettent généralement pas un tel dégagement. Il s'ensuit que certaines fluctuations de l'amplitude du signal à la réception pourront être causées par la diffraction des ondes sur des obstacles.

### 3.3 TRAITEMENT DES DONNEES

Dans cette section, on s'intéresse à l'analyse des résultats expérimentaux recueillis lors de la campagne de mesures. Le format utilisé pour l'enregistrement des données sur ruban magnétique a fait l'objet d'une description à la section 2.3 et il est indiqué à la figure 2-8. L'organigramme de la figure 3-5 illustre la procédure de lecture des données emmagasinées sur le ruban magnétique 9 pistes.

Au début de l'enregistrement, on retrouve la date et l'heure auxquelles la mesure a commencé. L'information est codée avec des nombres hexadécimaux.

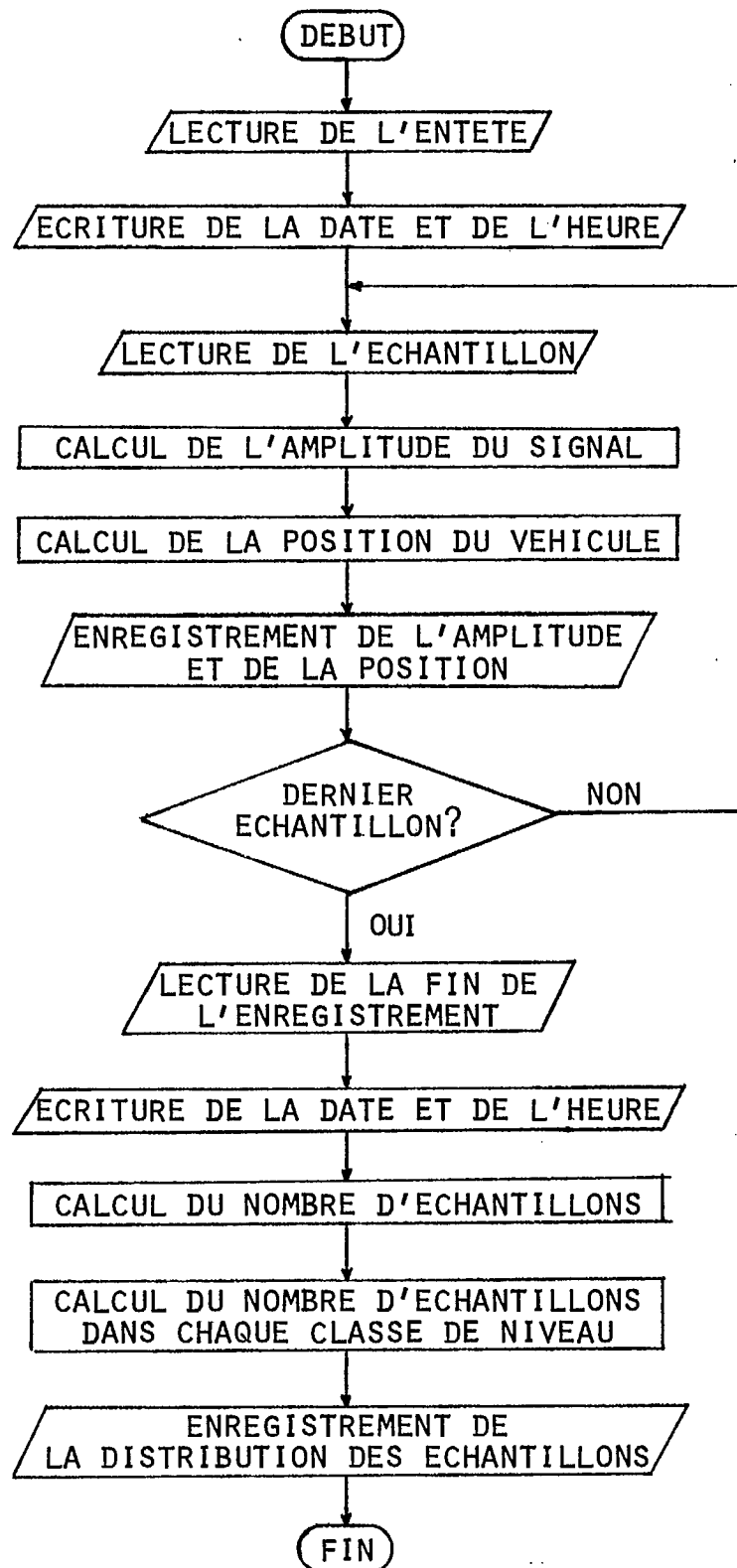


Figure 3-5: Procédure de lecture du ruban.

Par la suite, pour chaque échantillon, on procède à la lecture des 8 nombres hexadécimaux. Les deux premiers caractères de la chaîne indiquent l'amplitude instantanée du signal à la réception du mobile, les quatre caractères suivants désignent la position relative du véhicule par rapport à son point de départ et les deux derniers nombres "FF" signalent la fin de l'échantillon. Il est bon de rappeler que le système d'acquisition de données échantillonne l'amplitude du signal et le déplacement de l'unité mobile toutes les dix millisecondes. Les deux chiffres hexadécimaux représentant le niveau du signal reçu (i.e.  $a_{i,1}$ ,  $a_{i,2}$ ) sont convertis sous forme décimale. Ensuite, à l'aide d'une table de conversion (voir tableau 3-3), on détermine la puissance en dBm du signal correspondant au code décimal de l'amplitude.

La courbe de calibration de la figure 2-6 a été réalisée à partir de cette table de conversion. La valeur de la puissance instantanée du signal est enregistrée sur ruban magnétique pour être traitée ultérieurement. Le nombre d'impulsions provenant de l'odomètre du véhicule est évalué en convertissant les quatre chiffres hexadécimaux correspondants ( $p_{i,1}$ ,  $p_{i,2}$ ,  $p_{i,3}$ ,  $p_{i,4}$ ) sous la forme décimale. On déduit la position relative de l'unité mobile par rapport au début du parcours en effectuant la multiplication de la distance constante séparant chaque impulsion de l'odomètre, en l'occurrence 5 centimètres, et le nombre d'impulsions calculé. Le déplacement du véhicule est également enregistré dans un fichier sur le ruban magnétique. La procédure décrite est répétée pour chacun des échantillons.

A la fin de l'enregistrement, la date et l'heure sont lues à nouveau. Le nombre total d'échantillons enregistrés pendant la mesure ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $E_4$ ) est donné sous la forme hexadécimale pour être par la suite converti à nouveau en notation décimale. Enfin, 128 groupes de quatre caractères hexadécimaux ( $e_{i,1}$ ,  $e_{i,2}$ ,  $e_{i,3}$ ,  $e_{i,4}$ ) indiquent le nombre d'échantillons appartenant à chacune des 128 classes de niveaux. La distribution des échantillons du niveau du signal pour chaque fichier de mesures, obtenue après conversion décimale des caractères et une division par le nombre total d'échantillons, est présentée à l'annexe B. Tout comme le niveau instantané du signal et le déplacement du mobile, le nombre total d'échantillons et la distribution de l'amplitude du signal sont enregistrés sur le ruban magnétique dans des fichiers distincts.

Les résultats relatifs à l'amplitude et la position sont alors représentés sous une forme graphique. Le niveau instantané du signal en fonction du temps est obtenu directement des fichiers d'amplitude créés. De plus, la va-

Code hexadécimal	Code décimal	Puissance en dBm	Code hexadécimal	Code décimal	Puissance en dBm
00	0	-133	20	32	-126
01	1	-132.5	21	33	-125.8
02	2	-132	22	34	-125.6
03	3	-131.75	23	35	-125.4
04	4	-131.5	24	36	-125.2
05	5	-131.25	25	37	-125
06	6	-131	26	38	-124.5
07	7	-130.67	27	39	-124
08	8	-130.33	28	40	-123.5
09	9	-130	29	41	-123
0A	10	-129.88	2A	42	-122.5
0B	11	-129.77	2B	43	-122
0C	12	-129.66	2C	44	-121.5
0D	13	-129.55	2D	45	-121
0E	14	-129.44	2E	46	-120.5
0F	15	-129.33	2F	47	-120
10	16	-129.22	30	48	-119.5
11	17	-129.11	31	49	-119
12	18	-129	32	50	-118
13	19	-128.8	33	51	-117.5
14	20	-128.6	34	52	-117
15	21	-128.4	35	53	-116
16	22	-128.2	36	54	-115
17	23	-128	37	55	-114
18	24	-127.8	38	56	-113
19	25	-127.6	39	57	-112
1A	26	-127.4	3A	58	-111
1B	27	-127.2	3B	59	-110
1C	28	-127	3C	60	-109
1D	29	-126.75	3D	61	-108
1E	30	-126.5	3E	62	-107
1F	31	-126.25	3F	63	-106

Tableau 3-3: Correspondance entre les codes hexadécimal et décimal et la puissance reçue. (1 de 2).

Code hexadécimal	Code décimal	Puissance en dBm	Code hexadécimal	Code décimal	Puissance en dBm
40	64	-105	60	96	- 73
41	65	-104	61	97	- 72
42	66	-103	62	98	- 71
43	67	-102	63	99	- 70
44	68	-101	64	100	- 69
45	69	-100	65	101	- 68
46	70	- 99.5	66	102	- 67
47	71	- 99	67	103	- 66
48	72	- 98	68	104	- 65
49	73	- 97.5	69	105	- 64
4A	74	- 97	6A	106	- 63
4B	75	- 96	6B	107	- 62
4C	76	- 95	6C	108	- 61
4D	77	- 94	6D	109	- 60.5
4E	78	- 93	6E	110	- 60
4F	79	- 92	6F	111	- 59.5
50	80	- 91	70	112	- 59
51	81	- 90	71	113	- 58
52	82	- 89	72	114	- 57
53	83	- 88	73	115	- 56.5
54	84	- 87	74	116	- 56
55	85	- 85.5	75	117	- 55
56	86	- 84	76	118	- 54
57	87	- 83	77	119	- 53
58	88	- 82	78	120	- 52
59	89	- 81	79	121	- 51
5A	90	- 80	7A	122	- 50
5B	91	- 79	7B	123	- 49
5C	92	- 77.5	7C	124	- 48
5D	93	- 76	7D	125	- 46.5
5E	94	- 75	7E	126	- 45
5F	95	- 74	7F	127	- 44

Tableau 3-3: Correspondance entre les codes hexadécimal et décimal et la puissance reçue. (2 de 2).

leur moyenne du niveau du signal reçu pour une durée d'une seconde (voir équation 3-6) est déterminée à partir de ces mêmes fichiers de résultats. La moyenne de l'amplitude est calculée toutes les dix millisecondes:

$$a_{\text{moy}}(k) = \begin{cases} \sum_{i=k-49}^{k+50} a_{\text{inst}}(i)/100 & \text{pour } k \geq 49 \\ 0 & \text{pour } k < 49 \end{cases} \quad (3-6)$$

où  $a_{\text{moy}}(k)$  : amplitude moyenne du signal à l'instant discret  $k$ ,  
 $a_{\text{inst}}(i)$  : amplitude instantanée du signal.

La position instantanée et la vitesse moyenne en fonction du temps pour un intervalle de temps d'une seconde (équation 3-7) sont dérivées des fichiers de position:

$$v_{\text{moy}}(k) = 3,6 \left[ \bar{p}_{\text{inst}}(k-49) - \bar{p}_{\text{inst}}(k+50) \right] \quad (3-7)$$

où  $v_{\text{moy}}(k)$  : vitesse moyenne (km/h),  
 et  $p_{\text{inst}}(i)$  : position à l'instant  $i$  (m).

L'information contenue dans les fichiers respectifs d'amplitude et de position permet de tracer sur un graphique le niveau instantané du signal à la réception de l'unité mobile en fonction de la distance parcourue. La figure 3-6 présente un organigramme indiquant les étapes suivies permettant la représentation graphique des résultats concernant l'amplitude du signal reçu, la position et la vitesse du véhicule.

En examinant les courbes de densité de probabilité de l'amplitude, présentées à l'annexe B, on note qu'elles divergent de façon appréciable de la fonction de densité de probabilité de Rayleigh. Cette loi décrit la variation de l'intensité du signal en fonction de la distance dans un milieu urbain dense lorsqu'il n'existe pas de trajet en ligne-de-vue entre la station émettrice et le mobile terrestre. Une fonction de densité de probabilité de Rice, que l'on utilise fréquemment pour tenir compte d'une composante directe du signal transmis, semble plus appropriée pour décrire la distribution des amplitudes enregistrées dans les fichiers de résultats. En général, la divergence entre les distributions de niveaux enregistrées et les modèles théoriques de Rayleigh et de Rice demeure importante. On remarque même, dans certains cas, une superposition apparente de deux courbes de distribution de niveaux (e.g. FIC009, FIC046, FIC047, FIC048). Ceci est principalement causé par le fait que le système d'ac-

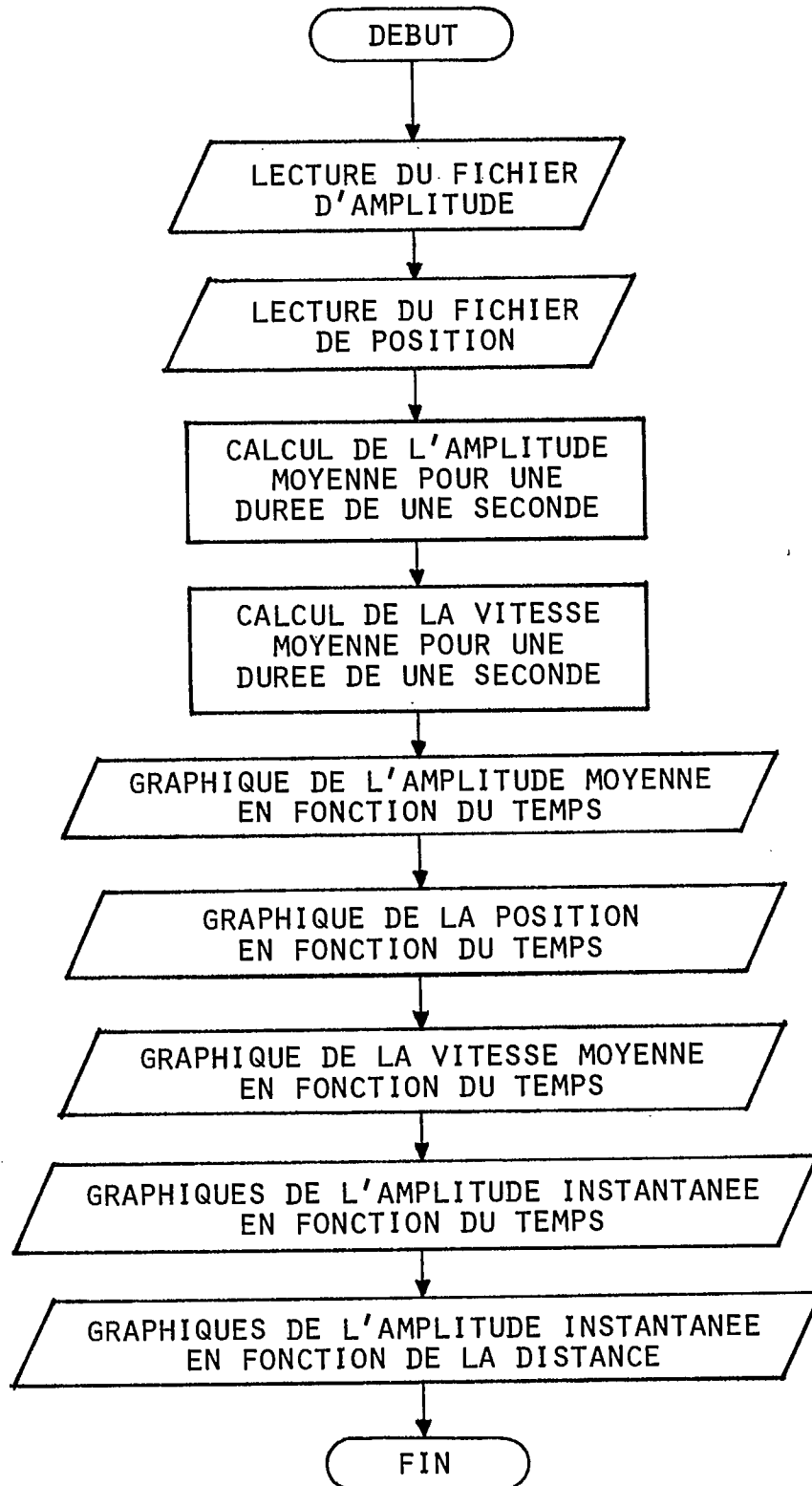


Figure 3-6: Traitement et représentation des données.



quisition de données échantillonne les signaux à intervalle de temps constant et non pas à distance fixe. Si le véhicule se déplace à vitesse constante, la distribution des amplitudes en fonction du temps et en fonction de la distance sont similaires. Il en est cependant autrement lorsque la vitesse du mobile varie. Dans ces conditions, les densités de probabilité de l'intensité du signal diffèrent considérablement dans le temps et dans l'espace. L'enregistrement des niveaux du signal s'est fait dans des conditions telles que la vitesse du véhicule ne pouvait demeurer constante pour de longs intervalles de temps et, de ce fait, la distribution résultante s'en trouvait altérée de façon appréciable.

#### 3.4 ANALYSE D'UN FICHER TYPIQUE

Au cours de la campagne de mesures, on a emmagasiné sur ruban magnétique plus d'une cinquantaine d'enregistrements du niveau instantané du signal reçu par l'unité mobile. Les données topographiques recueillies de même que certains résultats généraux tels le niveau moyen reçu, les pertes encourues dans le canal et l'écart-type de l'amplitude sont présentés à l'annexe A, pour chacun des fichiers d'enregistrement. Dans cette section, on s'intéressera à l'analyse détaillée d'un enregistrement typique du niveau du signal afin d'en faire ressortir les caractéristiques principales. Celles-ci devraient normalement être communes aux autres fichiers de l'annexe A quoique le temps ne nous ait pas permis de vérifier cette hypothèse pour l'instant.

Le fichier considéré (FIC011) a été enregistré en milieu suburbain. La figure 3-7 indique les données générales concernant ce fichier ainsi que le relevé topographique de la région située entre le transmetteur et le récepteur. La distance qui sépare le véhicule de la station émettrice varie entre 8,5 et 8,8 kilomètres et le niveau moyen reçu par l'unité mobile pour un parcours de 438,5 mètres est de -84,97 dBm. La puissance de transmission de l'émetteur étant de 40 dBm et le gain des antennes omnidirectionnelles de transmission et de réception de 9 dB et 0 dB respectivement. Avec ces valeurs de paramètres, le calcul classique des pertes dues à la propagation donne [8]:

$$L_t = 40 \text{ dBm} + 84,97 \text{ dBm} + 9 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = 133,97 \text{ dB} \quad (3-8)$$

où  $L_t$  = pertes de transmission.

FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic011
Nombre d'enregistrements:	6
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Ambleside drive
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	8.5 km
Distance maximale du transmetteur:	8.8 km
Longueur du parcours:	438.50 m
Durée:	1 min 00 s 250 ms
Niveau reçu moyen:	-84.97 dBm
Pertes:	133.97 dB
Variance:	29.25 dB
Ecart-type:	5.41 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Fichier le plus court.

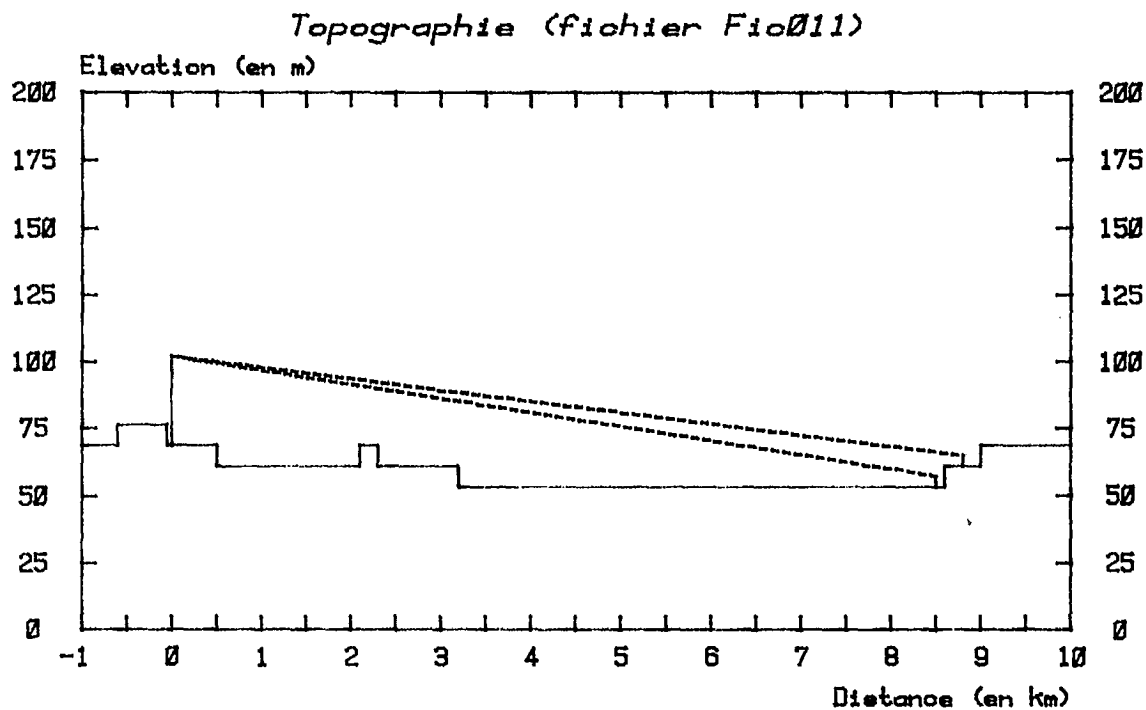


Figure 3-7: Données générales concernant le fichier Fic011 et relevé topographique associé. (1 de 2).

Echantillons

### Distribution des niveaux

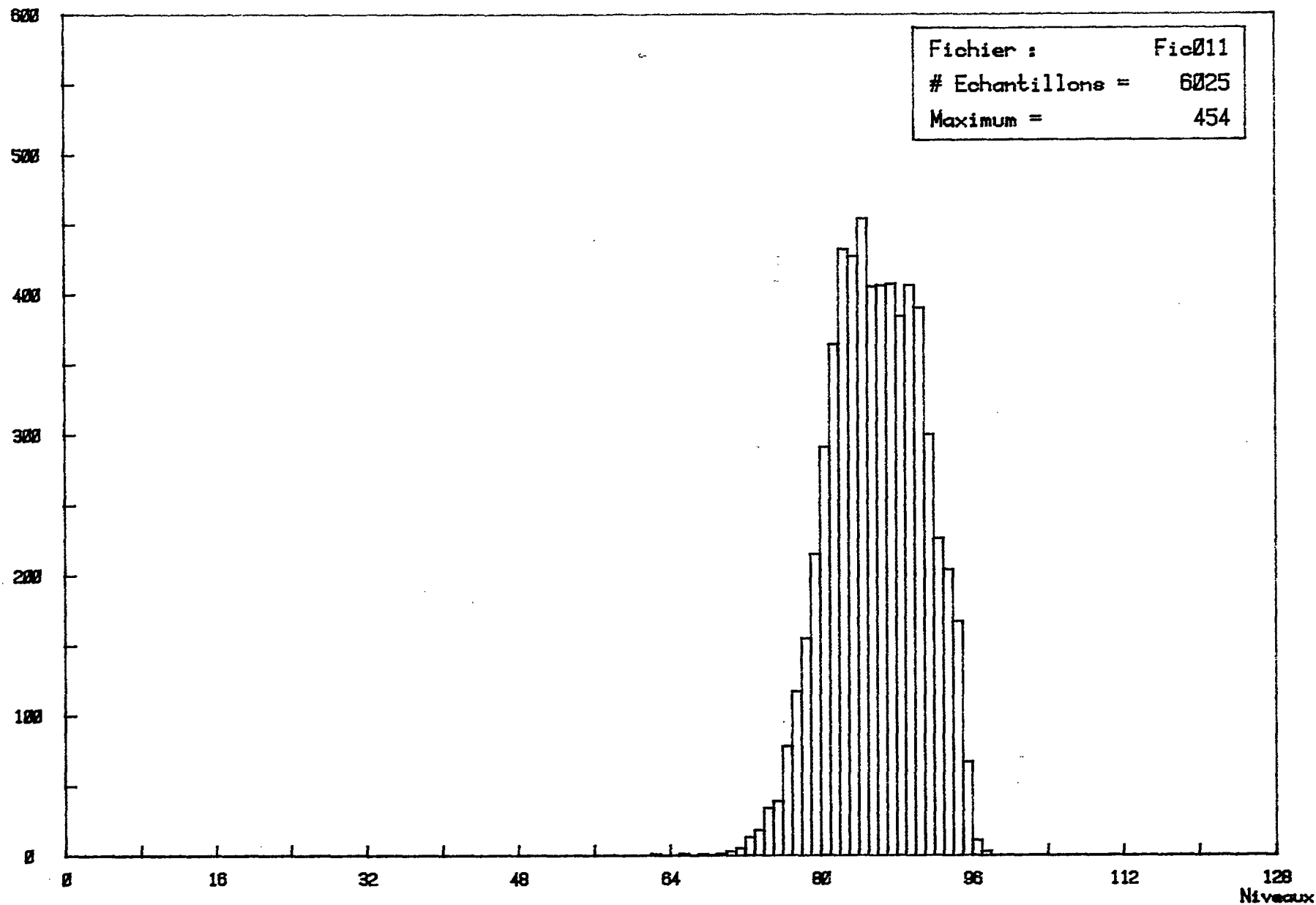


Figure 3-7: Distribution des niveaux du signal reçu à l'unité mobile pour le fichier Fic011. (2 de 2).

La vitesse du véhicule est relativement constante comme en témoigne la figure 3-8 et, de ce fait, on note que la position du mobile (figure 3-9) varie presque uniformément. L'amplitude instantanée du signal reçu en fonction du temps et en fonction de la distance présente donc, pour ce fichier particulier, des allures similaires qui sont d'ailleurs illustrées aux figures 3-10 et 3-11. Un examen attentif de ces figures démontre cependant que la fréquence d'échantillonnage du système d'acquisition de données, c'est-à-dire 100 Hz, n'est pas suffisante pour permettre une représentation exacte des affaiblissements du signal. Dans le cas particulier qui nous intéresse, la vitesse moyenne du véhicule varie entre 20 et 33 kilomètres à l'heure. La figure 3-12 montre qu'entre chaque instant d'échantillonnage (i.e. toutes les millisecondes), l'unité mobile parcourt une distance de 0,05 mètre à 0,09 mètre. Or les affaiblissements du signal à la réception se produisent toutes les demi-longueurs d'onde, et à la fréquence de 910 MHz, cette demi-longueur d'onde correspond à 0,16 mètre. Entre chaque affaiblissement, on obtient donc entre deux et trois échantillons de l'amplitude instantanée du signal, ce qui s'avère insuffisant pour décrire avec précision les affaiblissements eux-mêmes.

La courbe de la moyenne temporelle de l'amplitude du signal reçu (pour une durée d'une seconde) présentée à la figure 3-13, indique une variation lente du niveau du signal entre - 79 dBm et - 90 dBm. Même si l'enregistrement s'est effectué sur une distance relativement courte, c'est-à-dire quelques centaines de mètres, les conditions de propagation n'en demeurent pas moins sujettes à la topographie de l'environnement immédiat. De plus, la présence d'obstacles importants tels les édifices, à proximité de l'unité mobile, affecte également la valeur moyenne de l'amplitude de l'enveloppe du signal au récepteur.

### 3.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a exposé brièvement les premiers résultats issus de résultats expérimentaux obtenus lors de la campagne de mesures de l'été 1983. Dans un premier temps, on s'est interrogé sur les caractéristiques topographiques du milieu choisi pour effectuer les mesures expérimentales. Une série complète de relevés topographiques, présentée en annexe, indique les enregistrements de l'amplitude du signal qui sont le plus susceptibles d'être affectés

Vitesse  
(en Km/h)

Vitesse moyenne du vehioule en fonction du temps (fichier 11 )

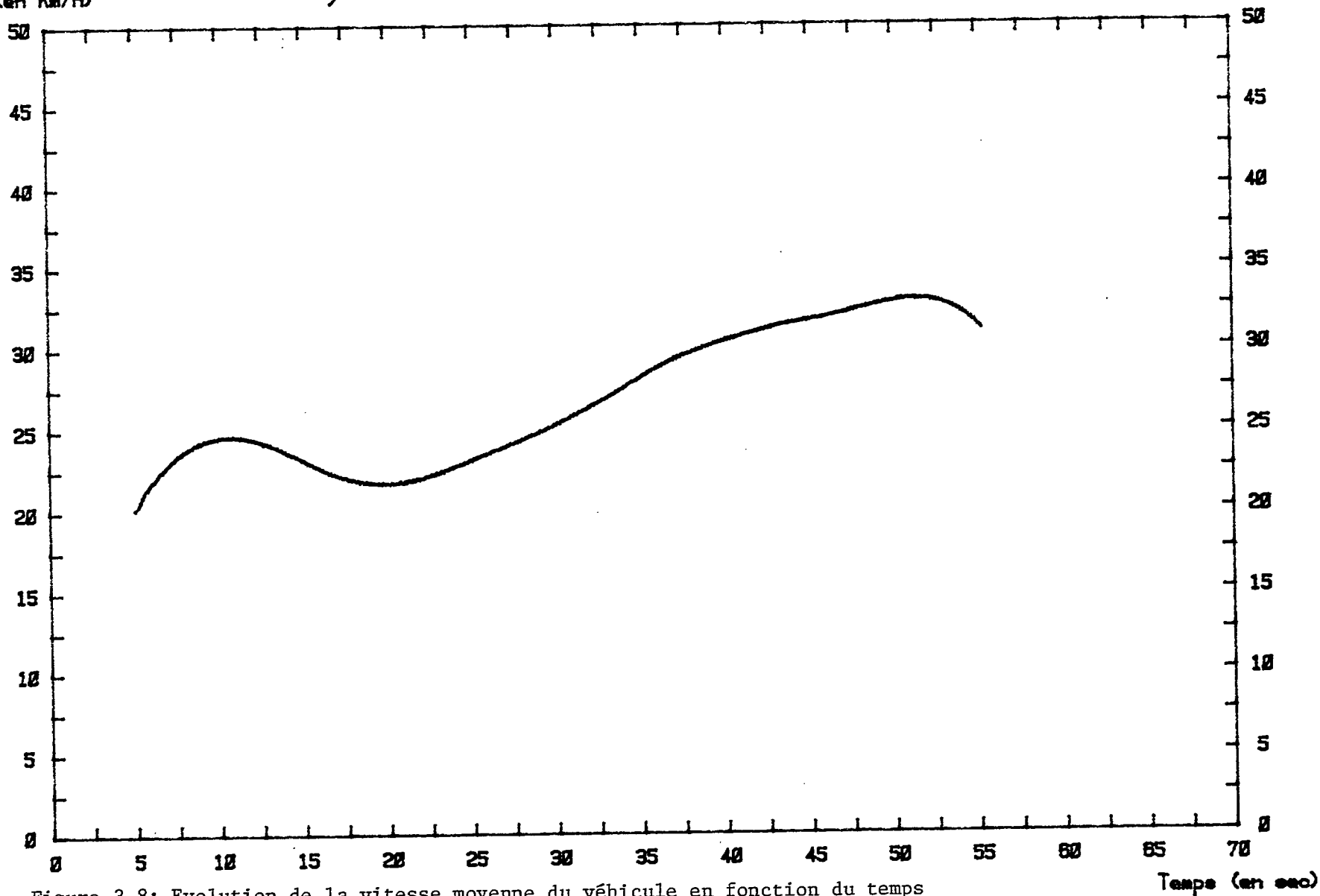


Figure 3-8: Evolution de la vitesse moyenne du véhicule en fonction du temps au cours de l'enregistrement du fichier Fic011.

Position  
(en m)

*Position du vehicule en fonction du temps (fichier 11 )*

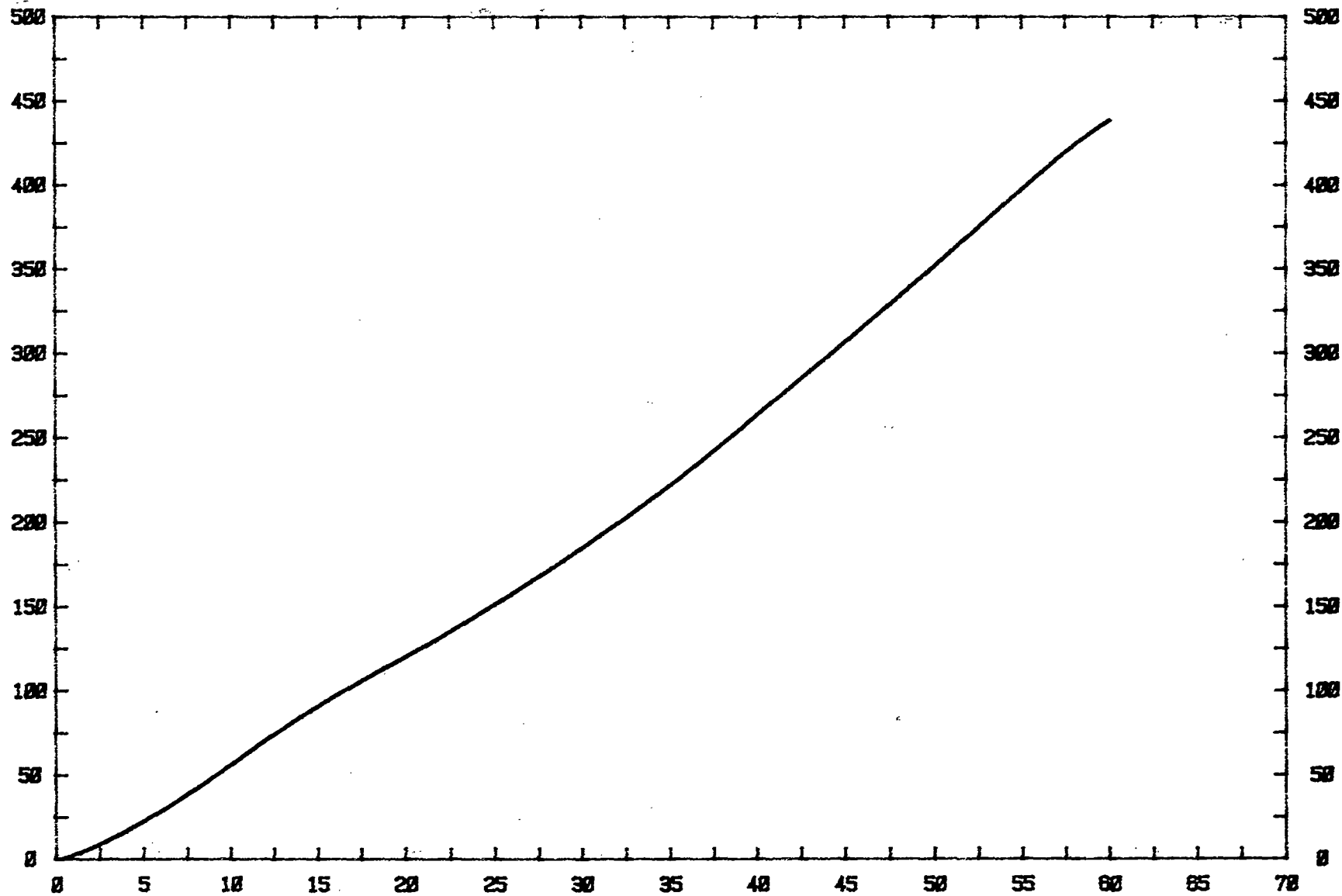


Figure 3-9: Variation de la position du véhicule en fonction du temps au cours de l'enregistrement du fichier Fic011.

Temps (en sec)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1101)

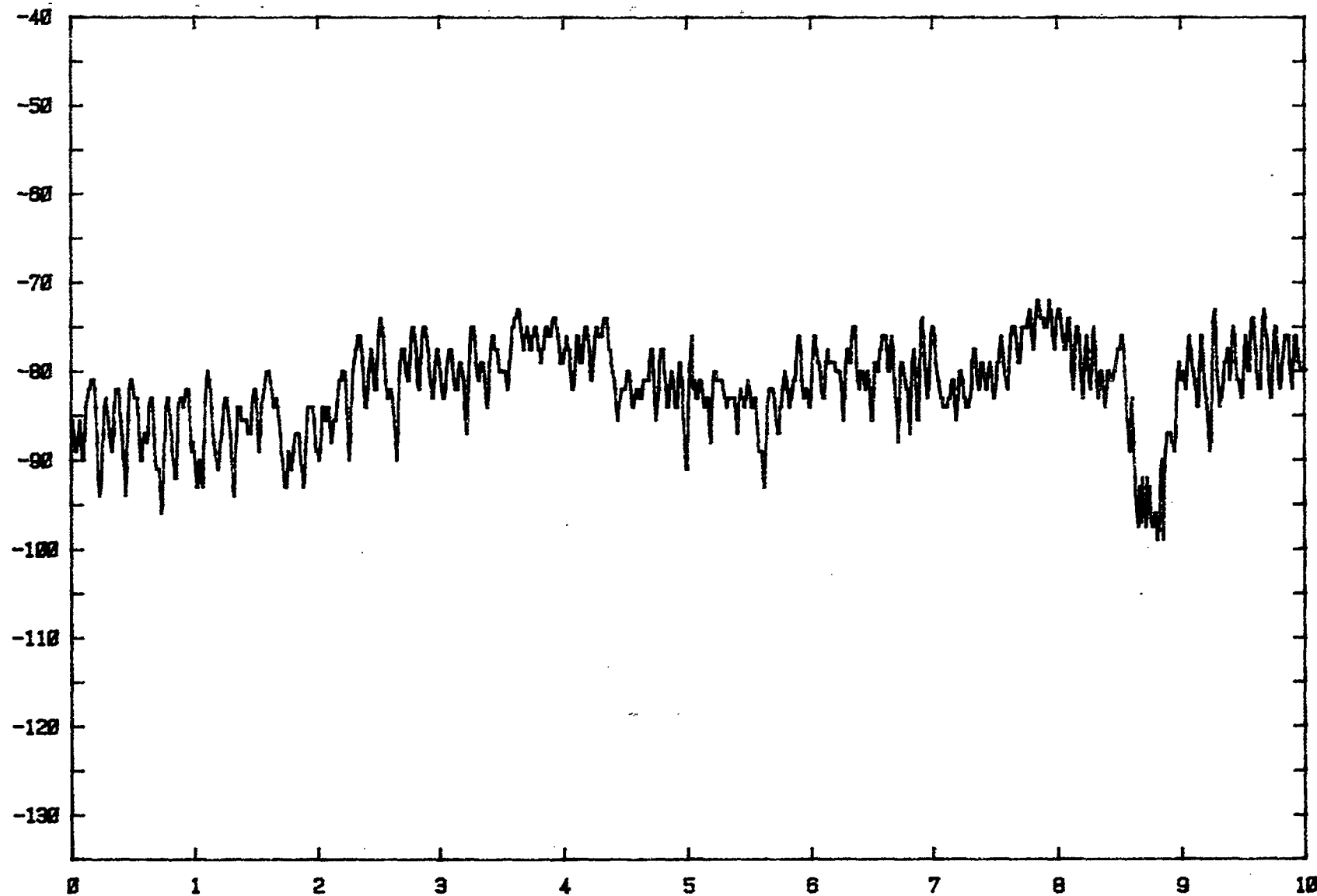


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (1 de 7).

Temps (en sec)

Amplitude  
(en dBa)

Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1102)

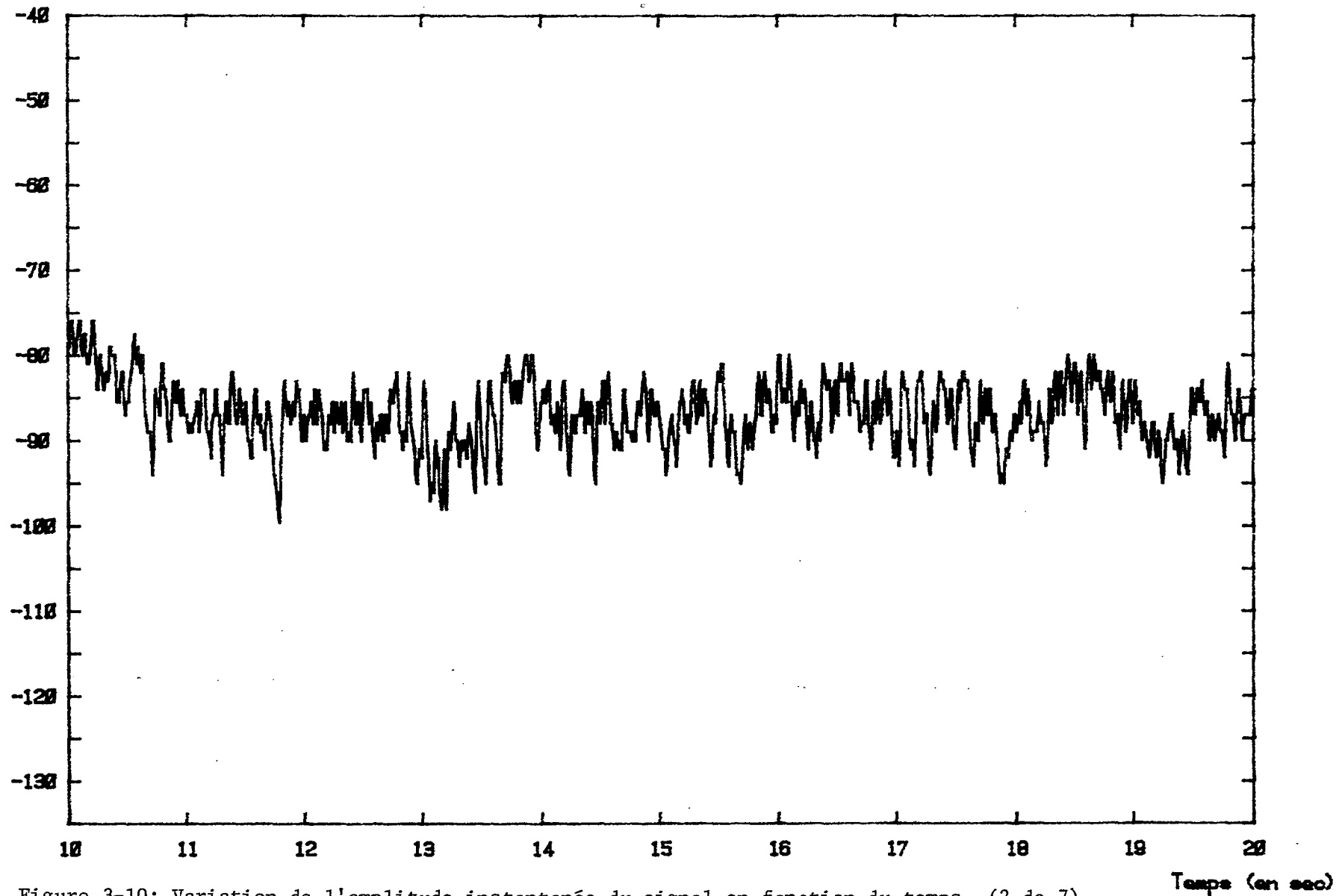


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (2 de 7).



Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1103)

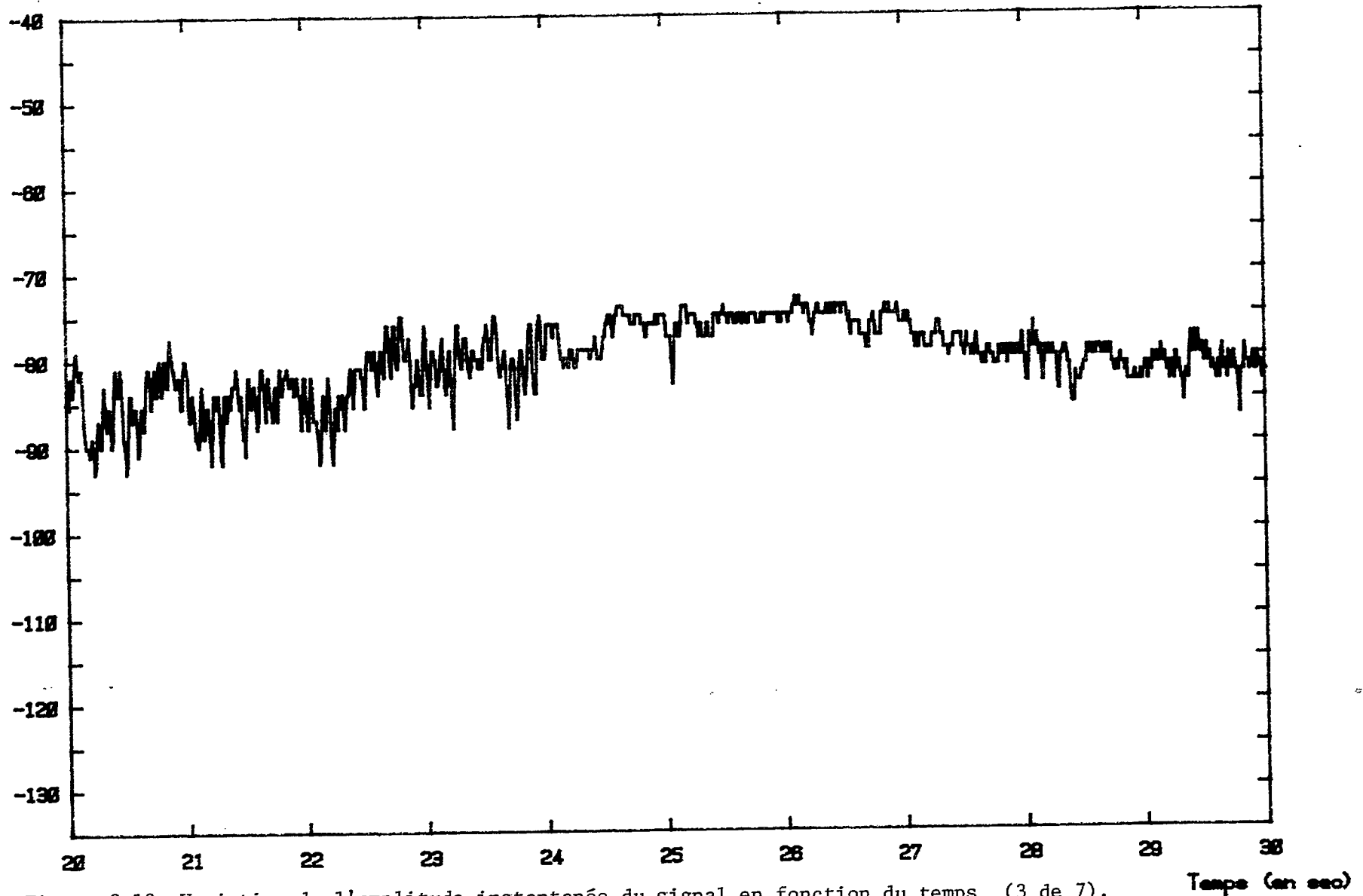


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (3 de 7).

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1104)

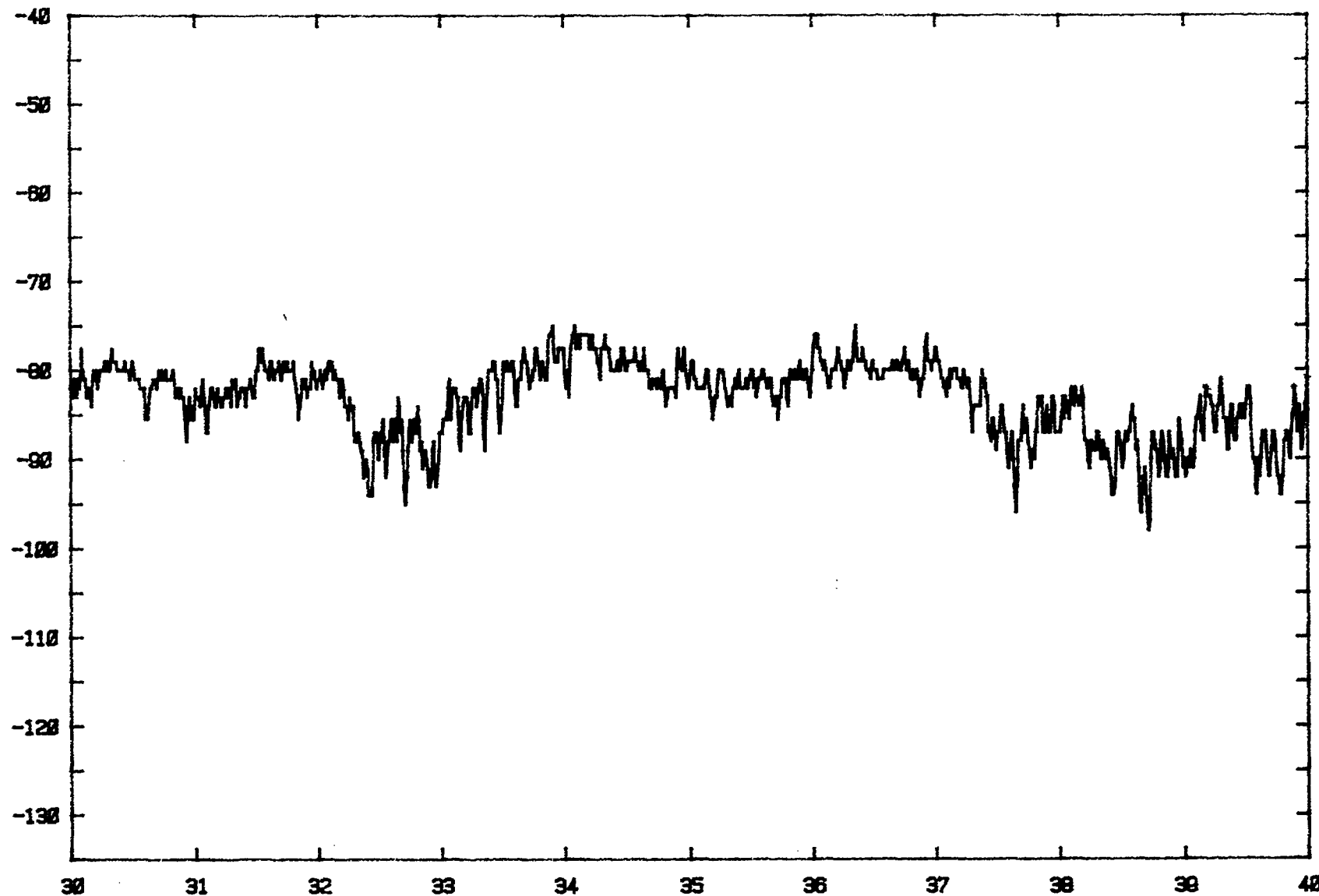


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (4 de 7).

Temps (en sec)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1105)

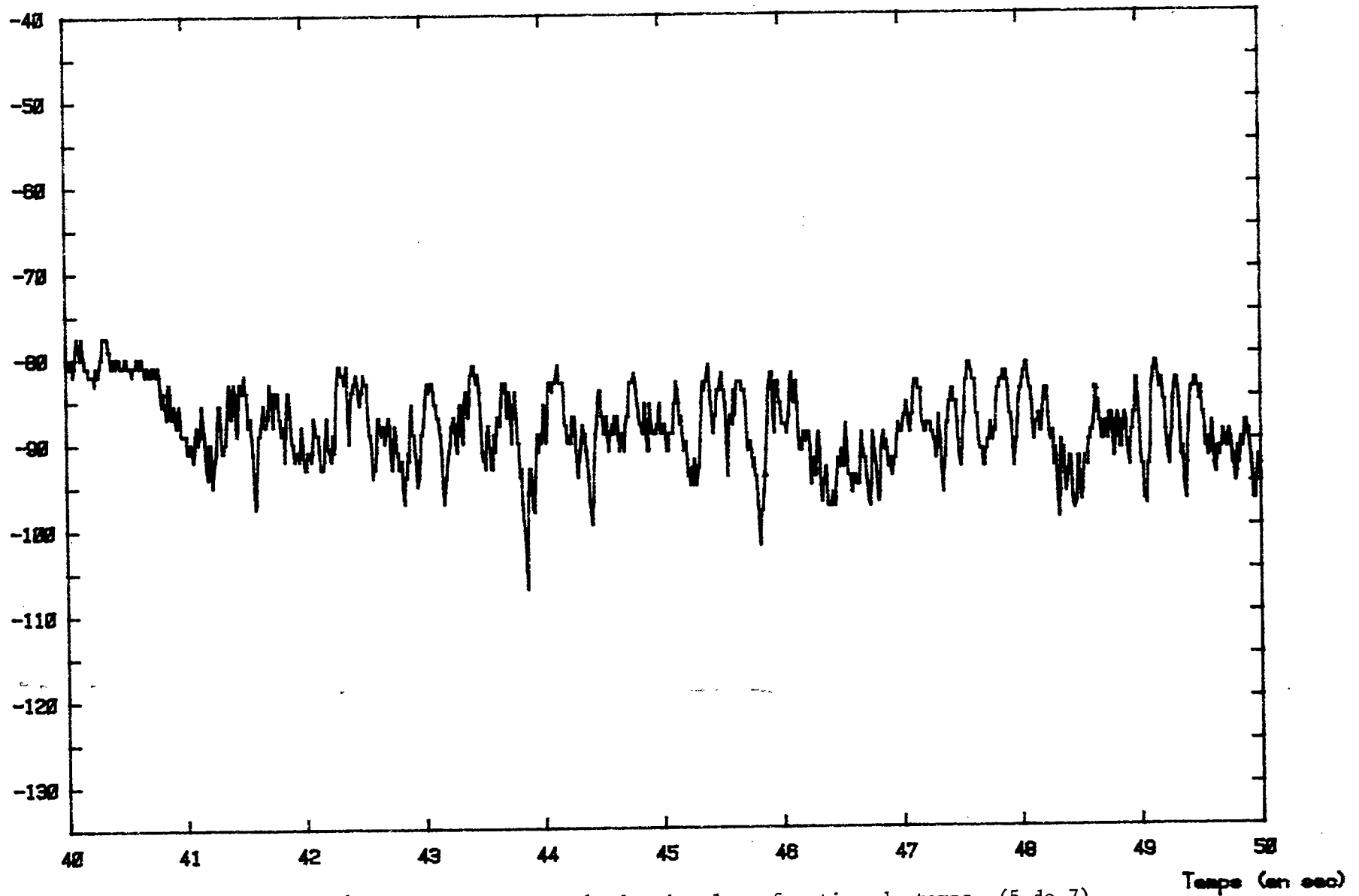


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (5 de 7).

Amplitude  
(en dBa)

*Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1106)*

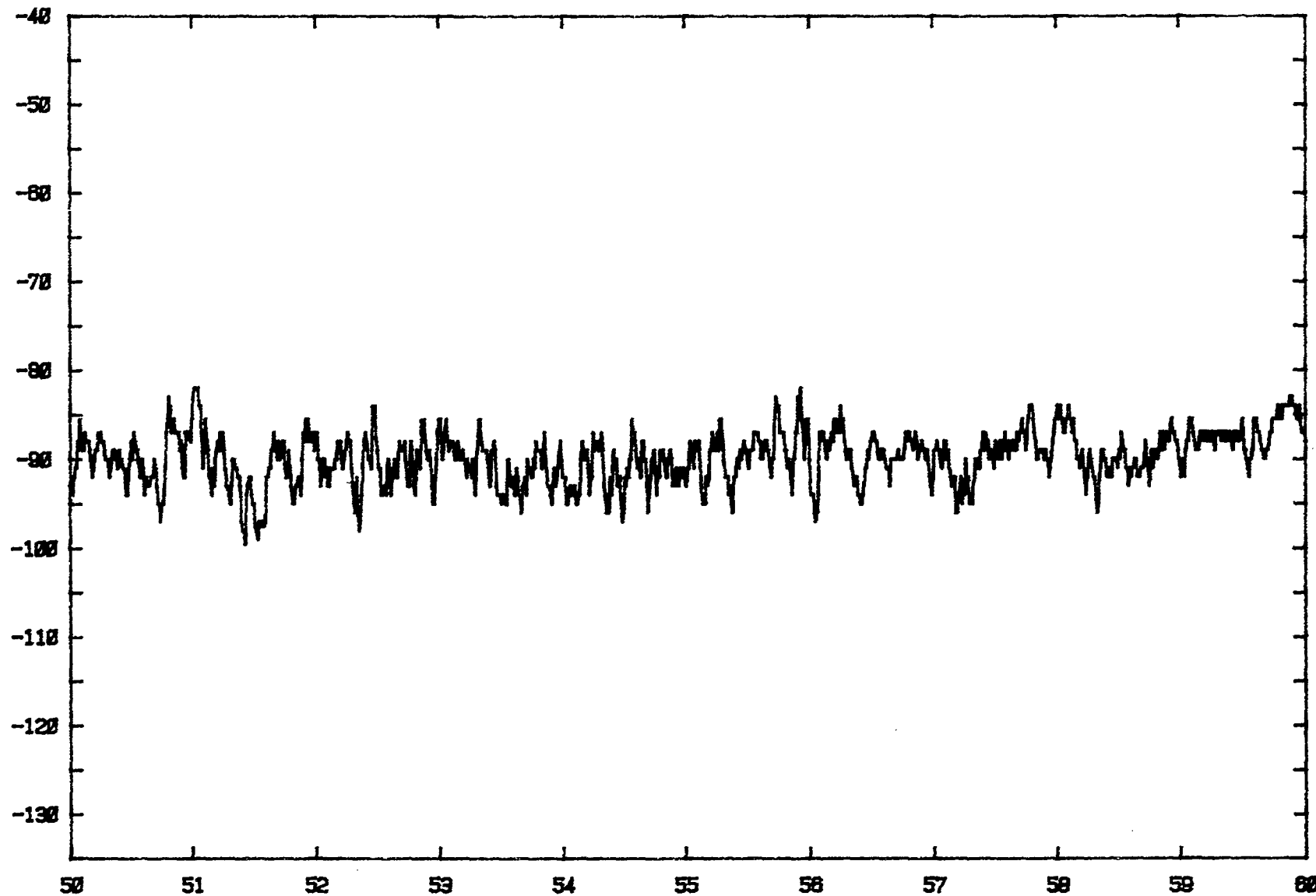


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (6 de 7).

Temps (en sec)

Amplitude  
(en dBa)

*Amplitude du signal en fonction du temps (fichier AM1107)*

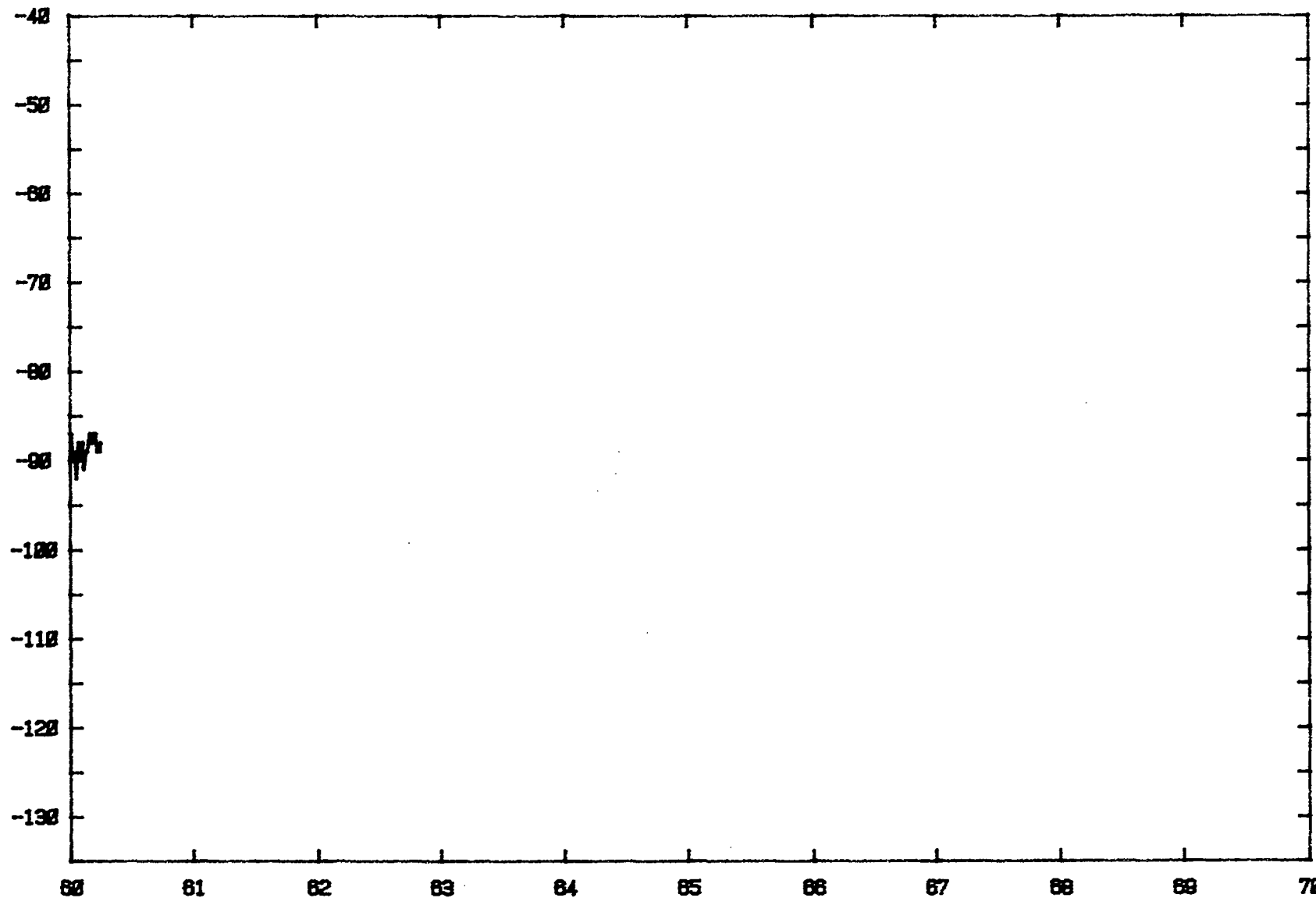


Figure 3-10: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction du temps (7 de 7).

Temps (en sec)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1101 et PX1101)

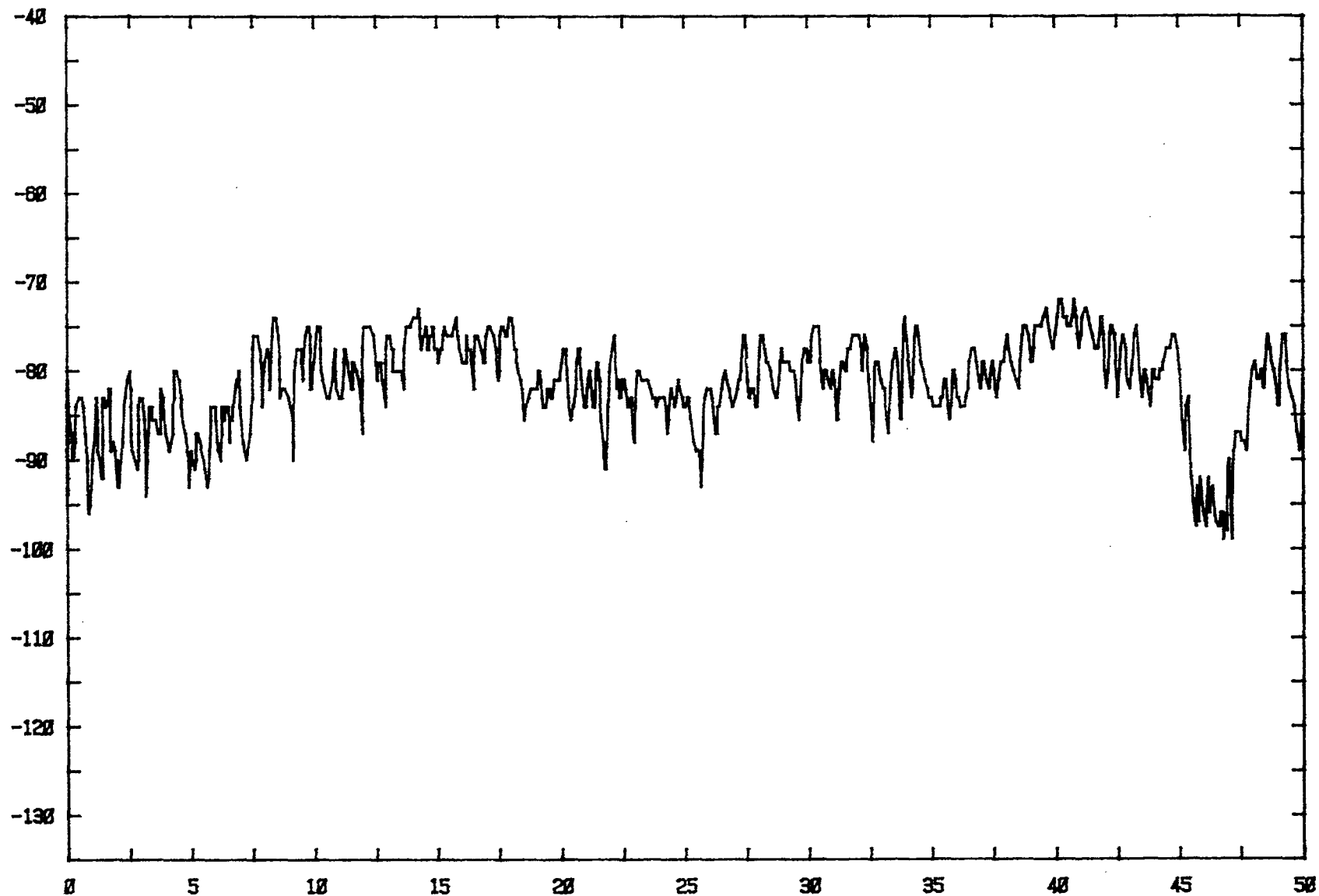


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (1 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1101 et PX1101)

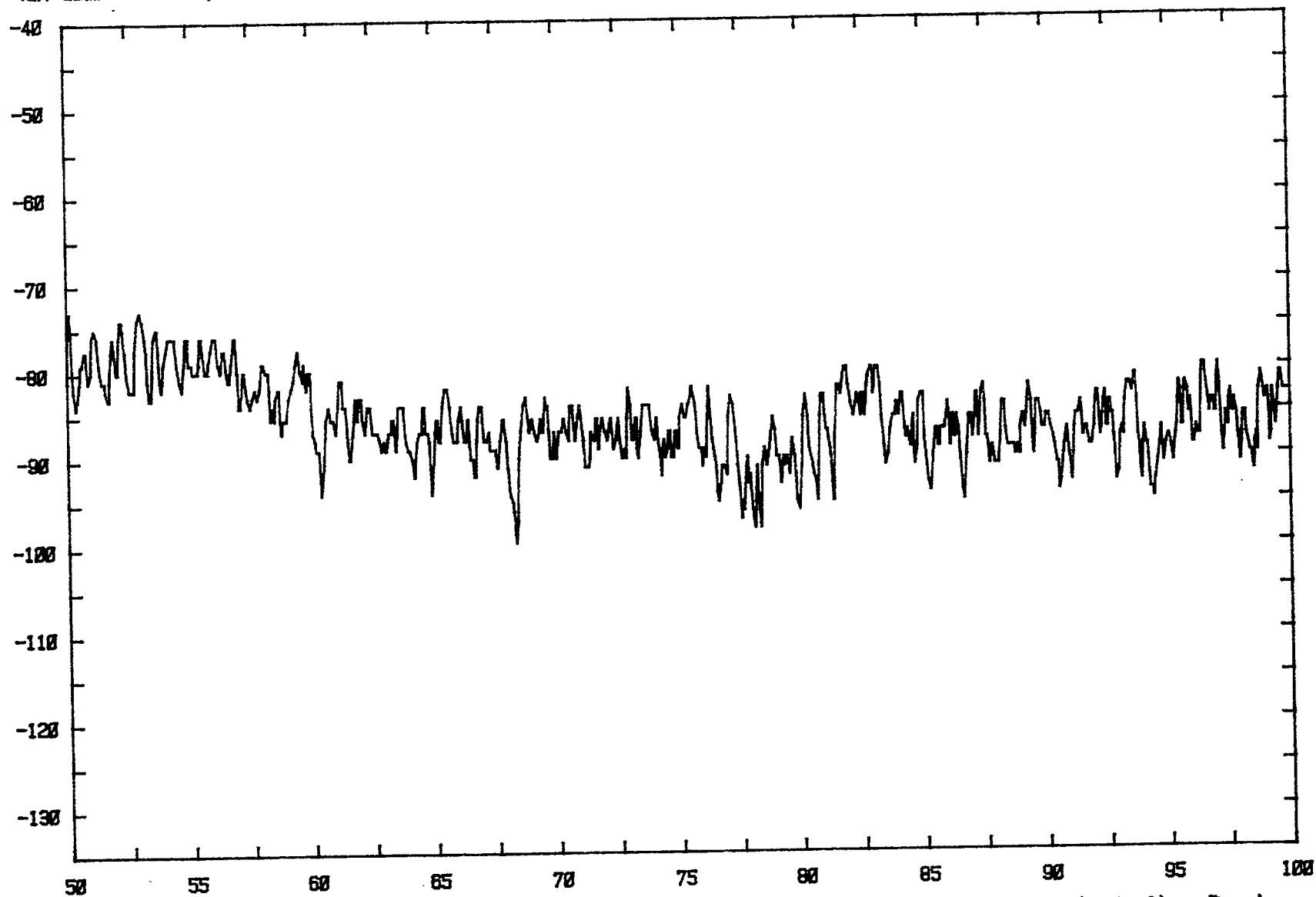


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (2 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1102 et PX1102)

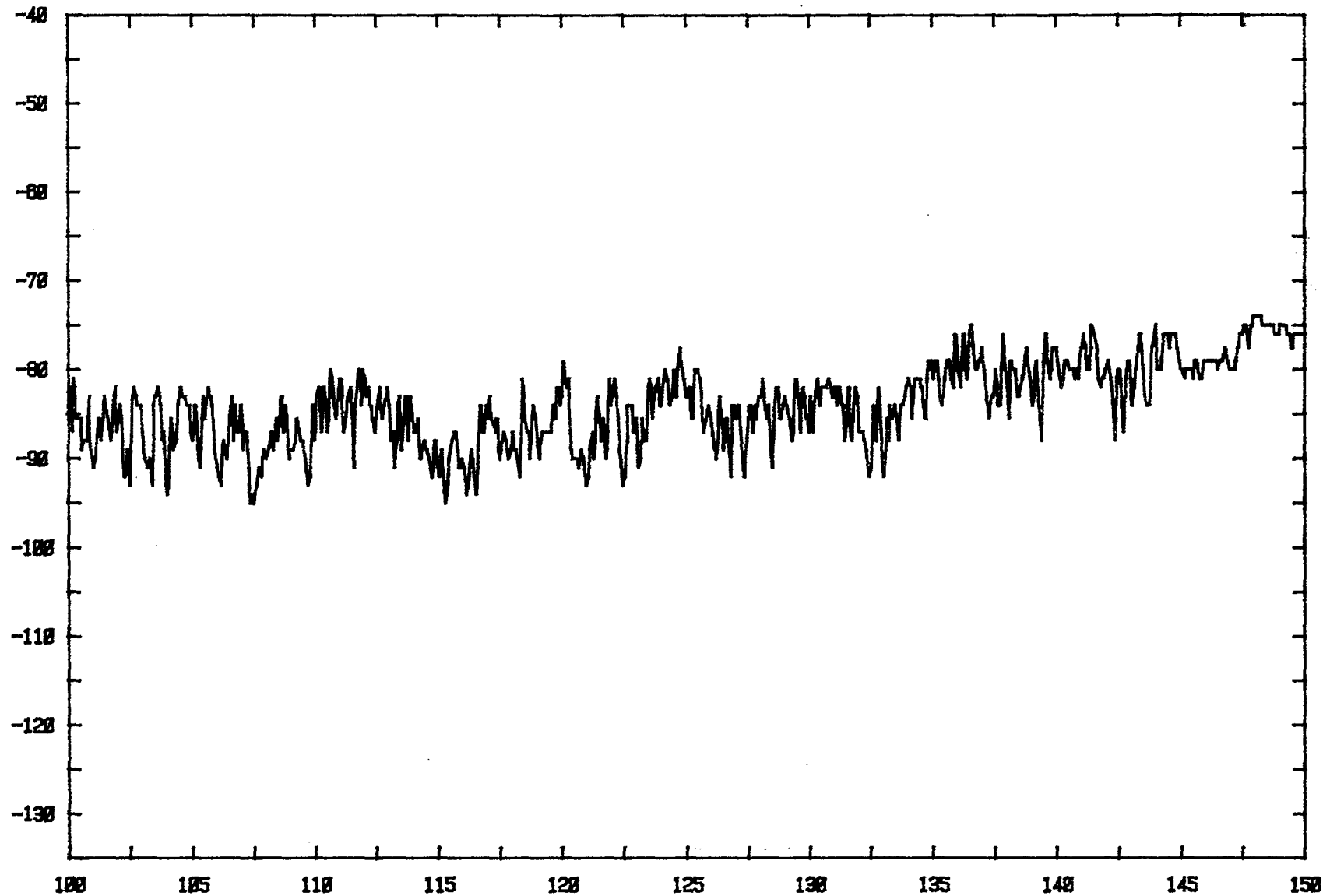


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (3 de 9). Position (en m)



Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1103 et PX1103)

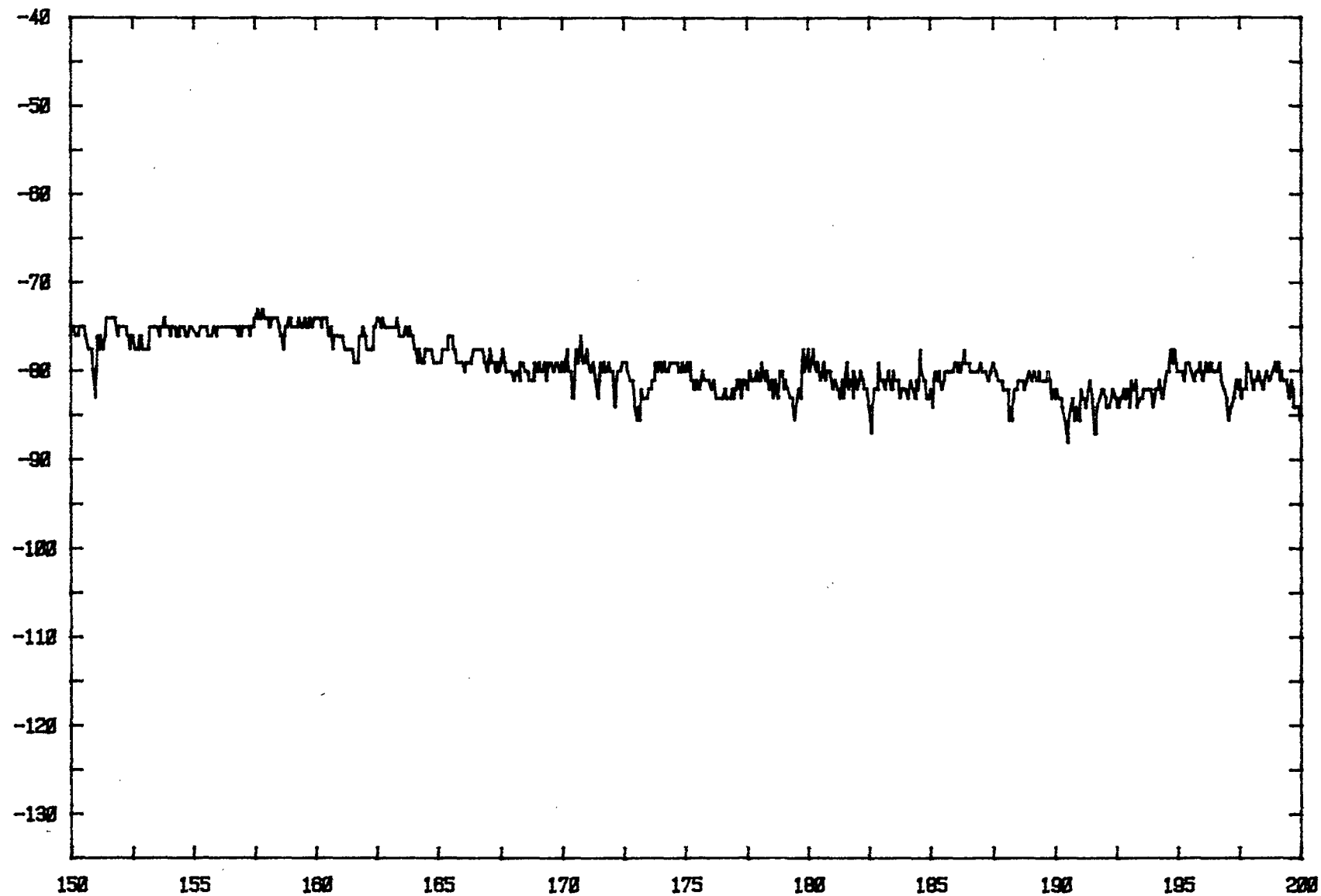


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (4 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1104 et PX1104)

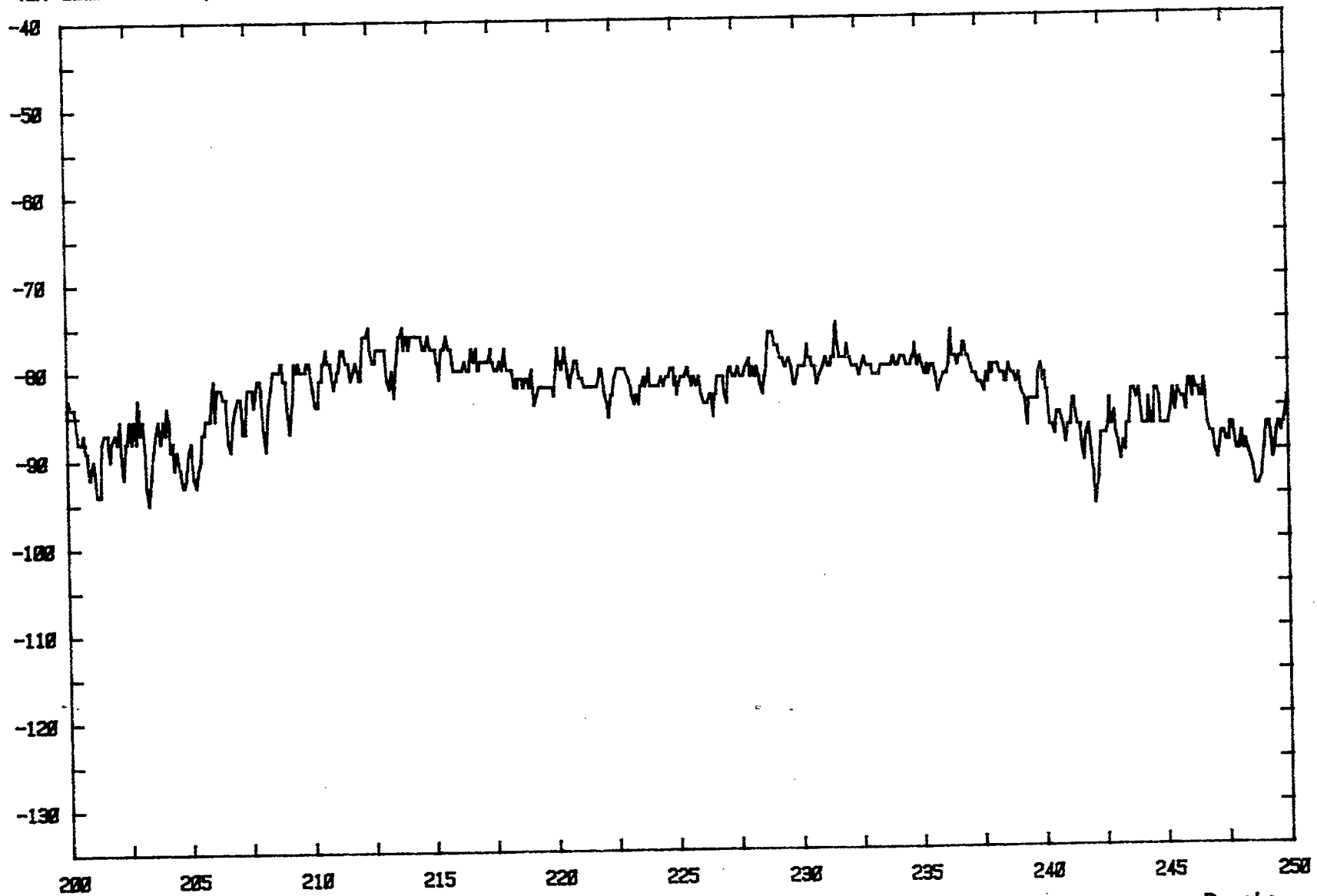


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (5 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1104 et PX1104)

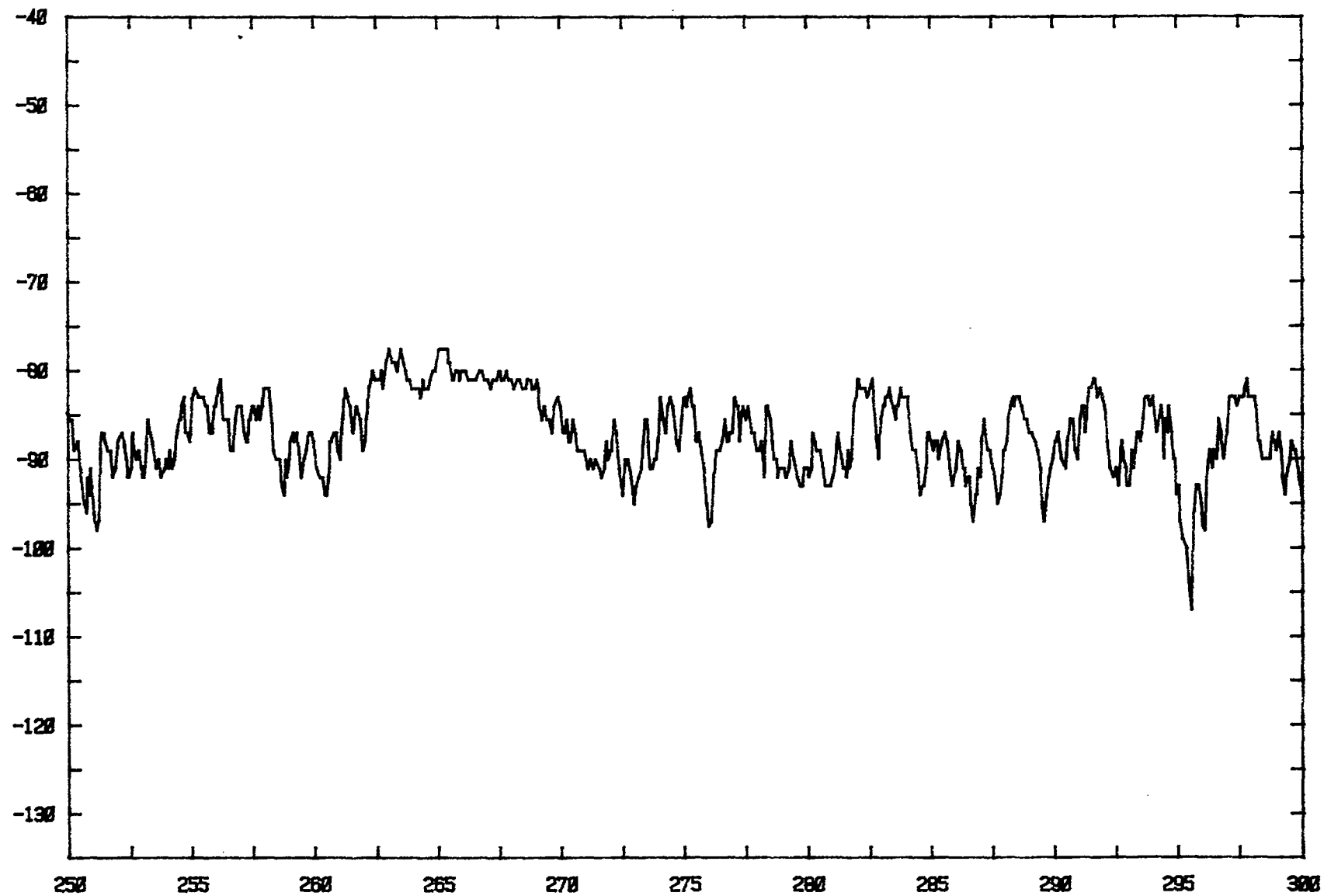


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (6 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1105 et PX1105)

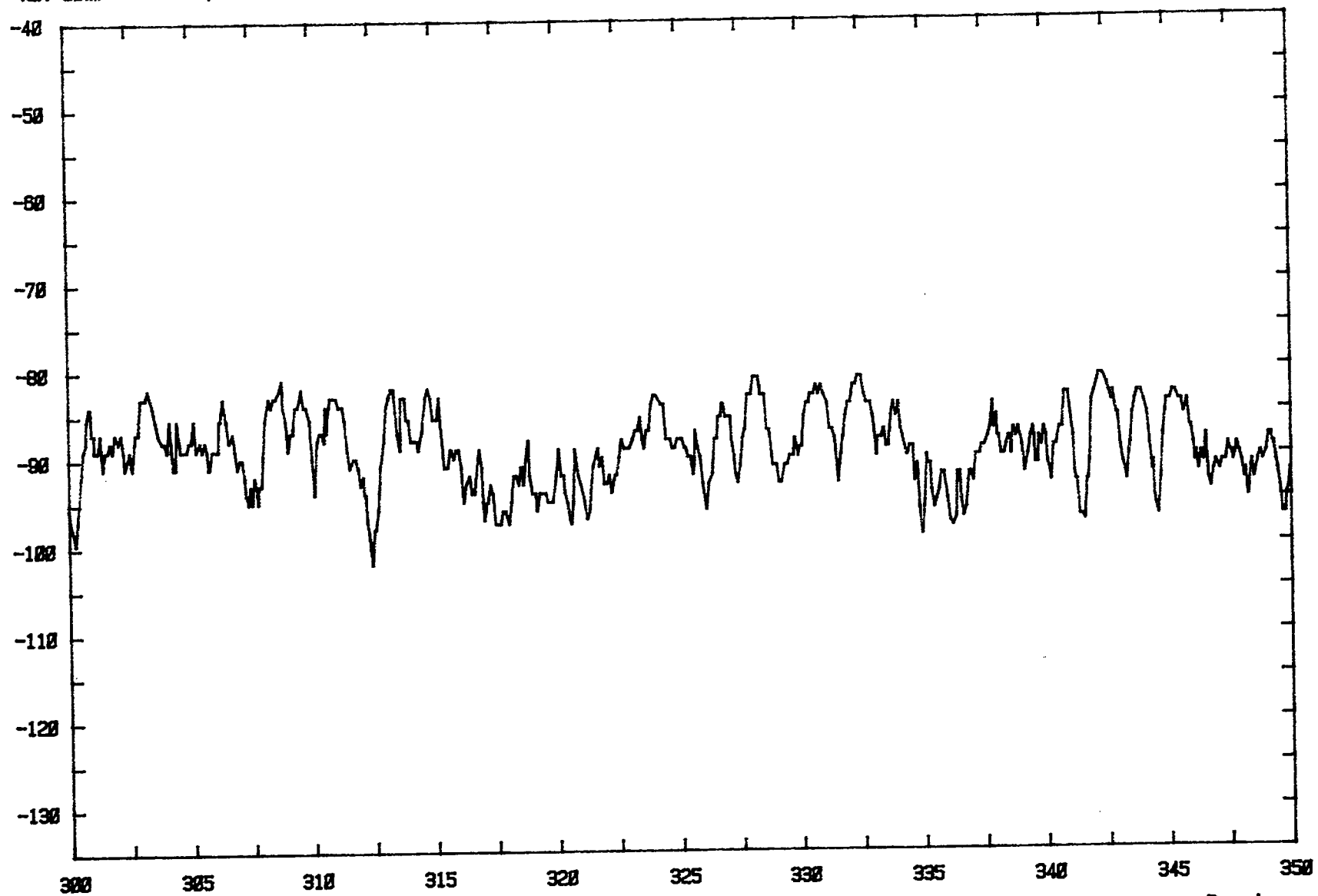


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (7 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1105 et PX1105)

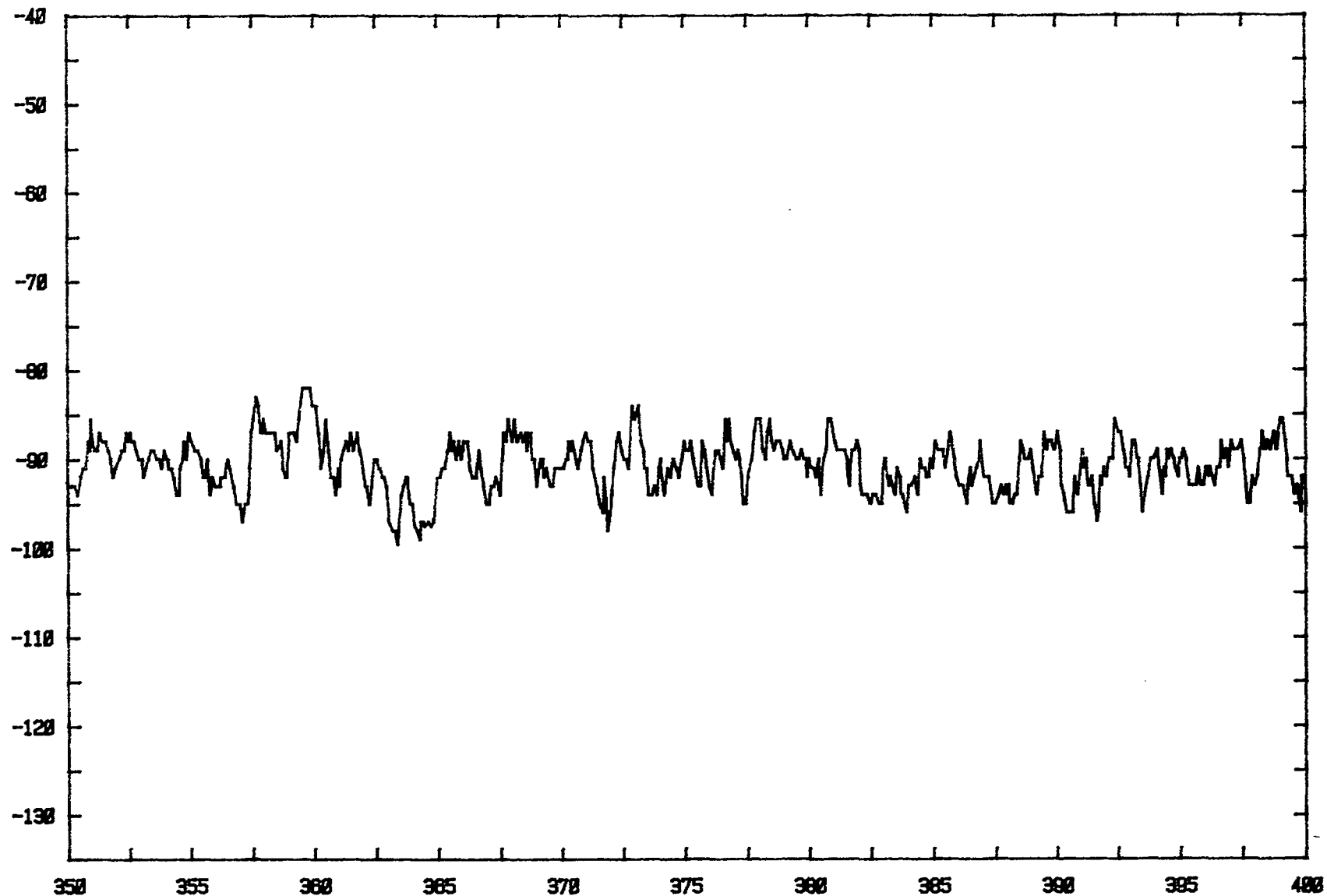


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (8 de 9). Position (en m)

Amplitude  
(en dBm)

Amplitude du signal en fonction de la position (fichiers AM1106 et PX1106)

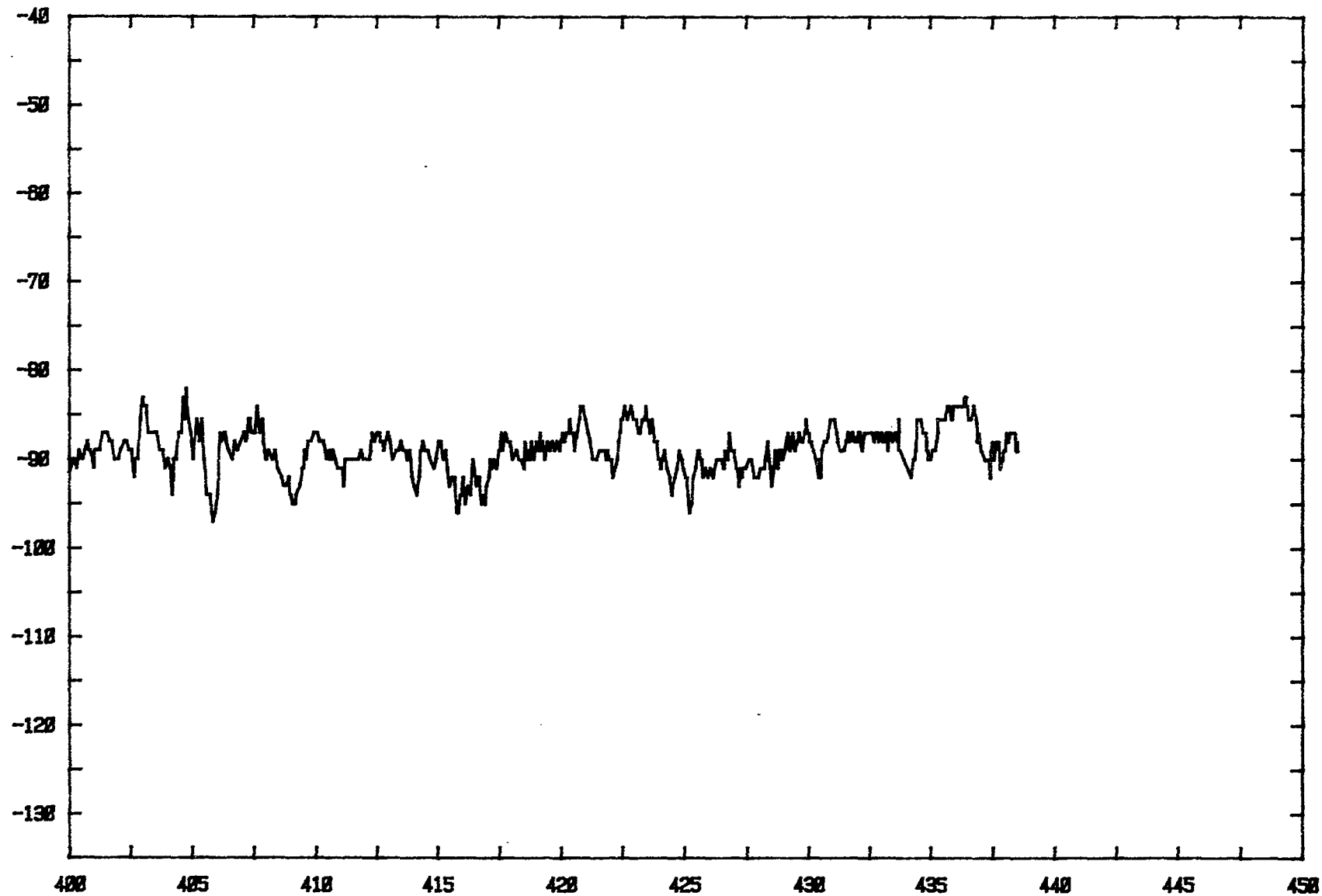


Figure 3-11: Variation de l'amplitude instantanée du signal en fonction de la distance (9 de 9). Position (en m)

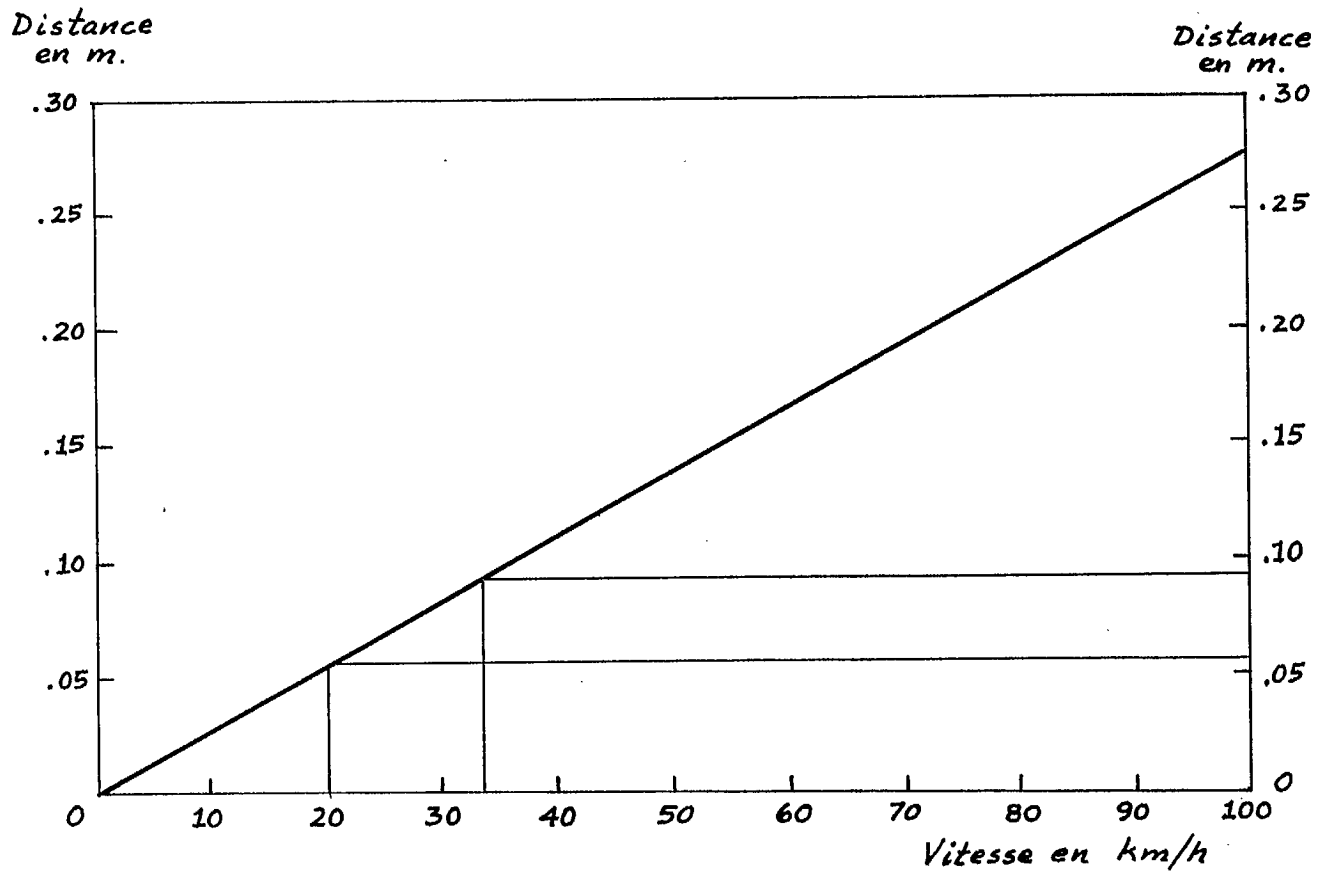


Figure 3-12: Distance parcourue entre chaque échantillon en fonction de la vitesse du mobile.

Amplitude  
(en dBm)

*Amplitude moyenne du signal en fonction du temps (fichier 11)*

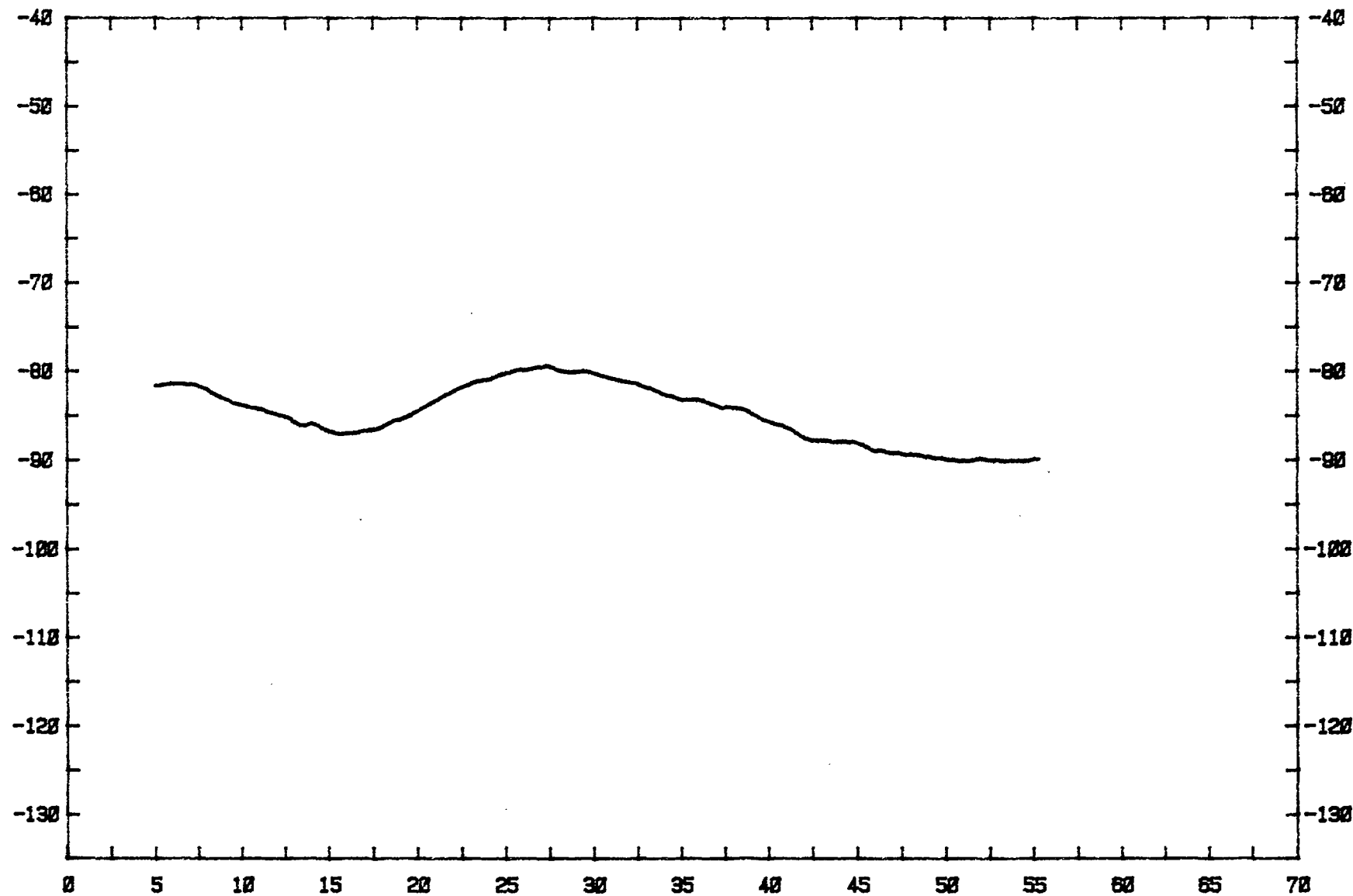


Figure 3-13: Moyenne temporelle de l'amplitude du signal reçu.

Temps (en sec)



par les obstructions dues aux obstacles naturels. On a également quantifié l'effet de la sphéricité de la terre sur la qualité de la liaison radio qui fait l'objet de notre intérêt.

Dans un second temps, on s'est intéressé à l'interprétation et au traitement proprement dit des données recueillies au cours de la campagne de mesures. On y a exposé en détails la procédure suivie pour convertir les codes hexadécimaux inscrits sur le ruban sous la forme désirée et utile, de l'amplitude du signal, de la position de l'unité mobile et de la distribution des niveaux. Ces résultats nous ont permis de calculer l'amplitude moyenne du signal à la réception ainsi que la vitesse de l'unité mobile. Une analyse détaillée d'un fichier typique de mesures a été présentée et les principales techniques que l'on utilise pour en extraire les informations pertinentes y ont été élaborées.

## Chapitre 4

### CONCLUSIONS

#### 4.1 BILAN ACTUEL

Comme le démontrent les résultats du présent rapport, nous avons, à notre avis, obtenu des données expérimentales originales dont nous connaissons suffisamment bien les conditions d'acquisition pour qu'elles soient extrêmement utiles dans la validation des modélisations et calculs effectués au cours de nos travaux précédents [1-5]. Sans être totalement complètes, elles nous auront permis d'amorcer des études de caractérisation en termes statistiques, particulièrement sur la répartition de l'amplitude du signal reçu en fonction de la position ou du temps.

La phase de modélisation analytique de ces résultats expérimentaux sera amorcée sous peu et il s'agit de l'objectif fondamental de notre effort de recherche depuis quelques années. En effet, on cherche fondamentalement à faire la jonction de ces deux types de résultats d'une manière satisfaisante et suffisamment précise pour être utilisée par les autorités scientifiques concernées. Nous sommes donc bien orientés vers l'étape ultime de cet effort qui fait maintenant appel à une somme de connaissances dans le domaine qu'il nous a été donné d'acquérir progressivement au cours de nos travaux antérieurs et qui devraient nous permettre de mener à bien cette dernière étape.

#### 4.2 PERSPECTIVES

La suite logique des travaux entrepris cette année est évidemment la poursuite d'une analyse rigoureuse des données obtenues. Toutefois, nous savons déjà que nous sommes vraiment à la limite de la validité d'une analyse poussée de ces résultats car le problème du sous-échantillonnage devient très important sinon majeur.

C'est ainsi que nous nous proposons, à l'aide de systèmes de transmission, de réception et de traitement de données qui pourraient être modifiés tel qu'illustré aux figures 4-1, 4-2 et 4-3, ou, d'une façon analogue, d'améliorer nos données expérimentales.

On se propose de réaliser un ensemble de mesures expérimentales similaires à celles obtenues précédemment mais, avec des montages plus perfectionnés, on espère être en mesure d'augmenter au moins par 10, idéalement par 100, notre taux d'échantillonnage actuel.

Par la suite, il devrait être techniquement possible de faire la jonction entre les résultats analytiques de modélisation et les résultats expérimentaux, ce qui permettra de fournir aux autorités du CRC un outil de prédiction et de gestion très puissant.

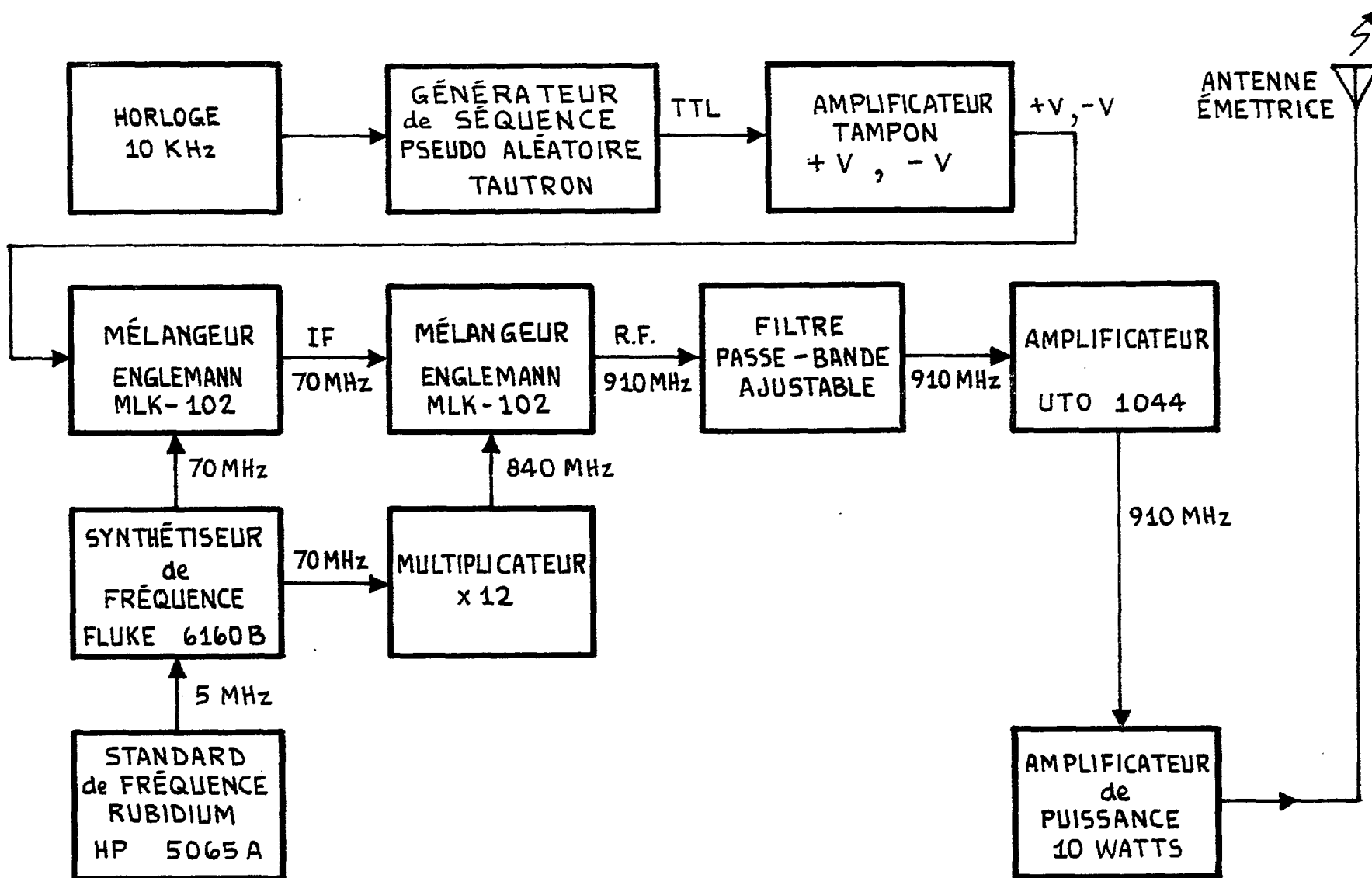


Figure 4-1: Modifications proposées à la section "transmetteur".

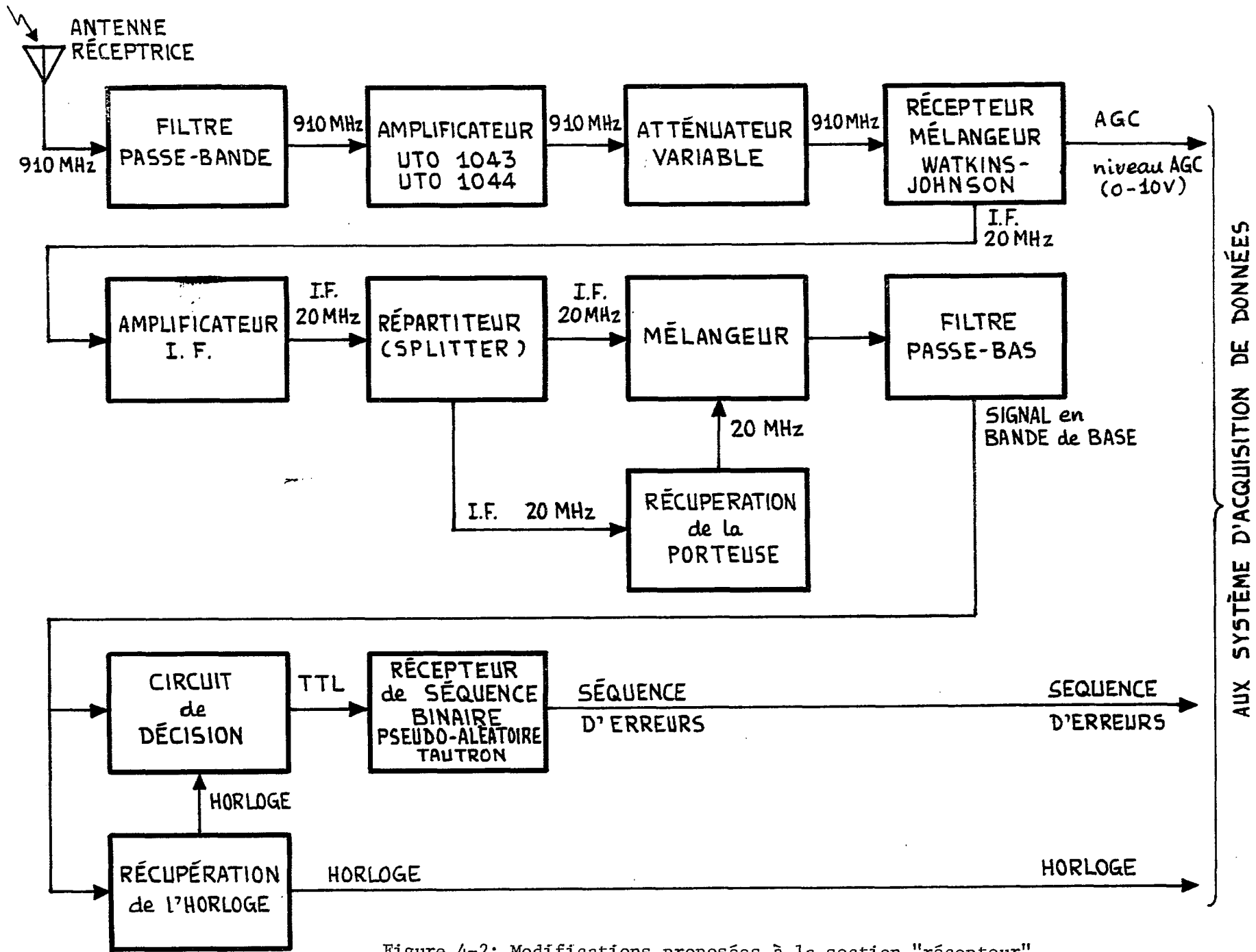


Figure 4-2: Modifications proposées à la section "récepteur".

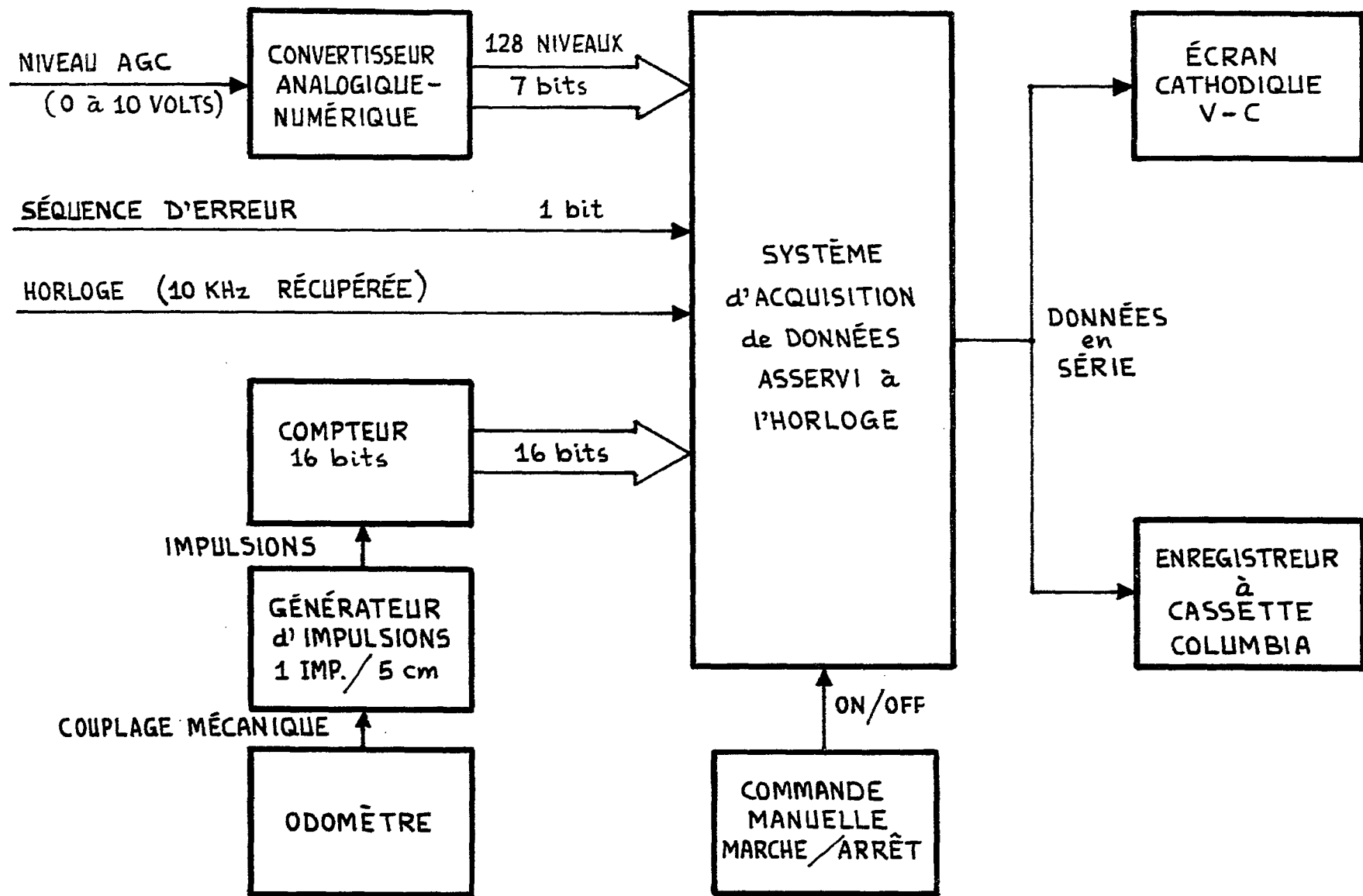


Figure 4-3: Modifications proposées à la section "acquisition des données".

Bibliographie

- [1] G.Y. DELISLE, M. LECOURS, "Etude des problèmes de propagation associés aux stations émettrices et mobiles terrestres en milieu urbain", Rapport final LT-79-8229, Contrat OSU78-00243, Ministère des Communications, Ottawa, mars 1979.
- [2] G.Y. DELISLE, M. LECOURS, J.-P. LEFEVRE, "Etude des problèmes de propagation associés aux stations émettrices terrestres en milieu urbain", Rapport final LT-80-8223, Contrat OSU79-00219, Ministère des Communications, Ottawa, mars 1980.
- [3] G.Y. DELISLE, M. LECOURS, J.-P. LEFEVRE, E. BOSSE, "Etude des problèmes de propagation associés aux stations émettrices terrestres en milieu urbain", Rapport final LT-81-8280, Contrat OSU80-00169, Ministère des Communications, Ottawa, mars 1981.
- [4] G.Y. DELISLE, M. LECOURS, G. GONTHIER, J.-Y. CHOUINARD, "Etude des problèmes de propagation associés aux stations émettrices terrestres en milieu urbain", Rapport final LT-82-8214, Contrat OSU81-00145, Ministère des Communications, Ottawa, mars 1982.
- [5] G.Y. DELISLE, M. LECOURS, J.-Y. CHOUINARD, M. GREGOIRE, "Etude des problèmes de propagation associés aux stations émettrices et mobiles terrestres en milieu urbain", Rapport final LRTS-83-8816, Contrat OSU82-00210, Ministère des Communications, Ottawa, mars 1983.
- [6] G.Y. DELISLE, "Notes du cours Gel-16120 Télécommunications", Département de Génie électrique, Université Laval, Québec, Canada, 1984.
- [7] R.L. FREEMAN, Telecommunication Transmission Handbook, 2nd Edition, Wiley, New York, N.Y., 1981.
- [8] W.C.Y. LEE, Mobile Communications Engineering, McGraw-Hill, New York, N.Y., 1982.

ANNEXE A

Données générales et relevés topographiques  
associés aux enregistrements  
du niveau du signal



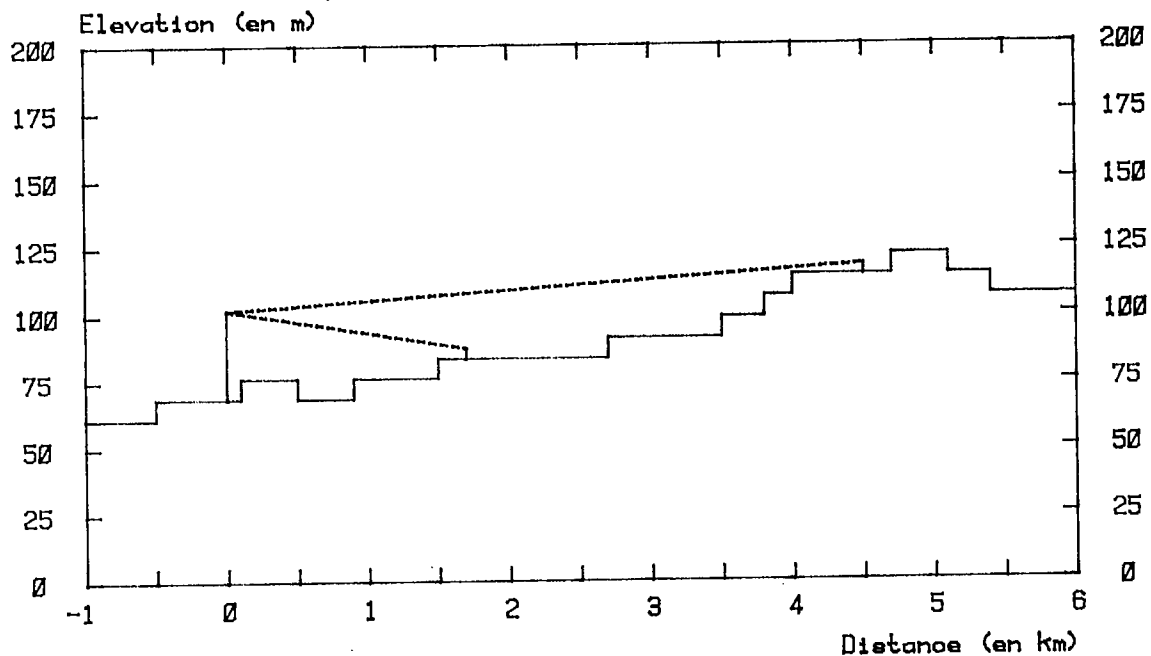
FEUILLE DE DONNEES

Fichier de calibration: Fic001  
Nombre d'enregistrements: 10  
Date: 9 Août 1983  
Localisation: laboratoire  
Direction:  
Distance minimale du transmetteur:  
Distance maximale du transmetteur:  
Longueur du parcours:  
Durée:  
Niveau reçu moyen:  
Pertes:  
Variance:  
Ecart-type:  
Type du milieu:  
Remarques: Fichier de calibration. Le transmetteur et le  
récepteur sont connectés directement.

FEUILLE DE DONNEES

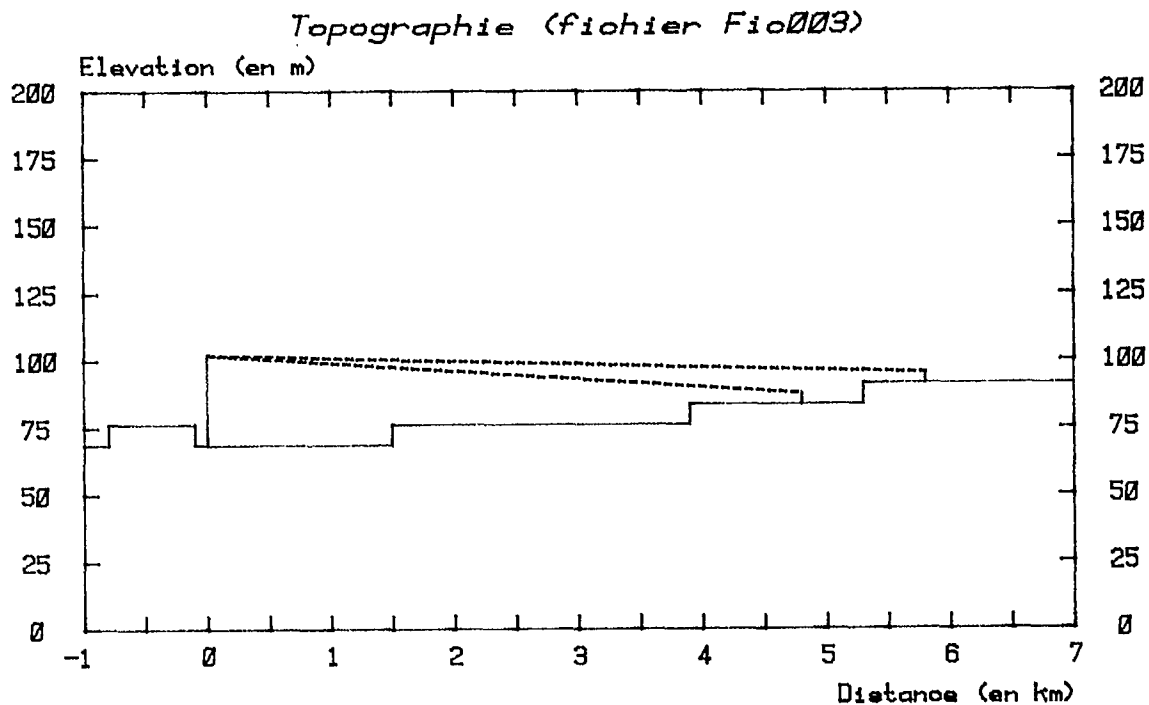
Fichier:	Fic002
Nombre d'enregistrements:	35
Date:	12 Août 1983
Localisation:	Eagleson side road
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	1.7 km
Distance maximale du transmetteur:	4.5 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	5 min 48 s 560 ms
Niveau reçu moyen:	-99.89 dBm
Pertes (atténuation= 40 dB):	108.89 dB
Variance:	81.40 dB
Ecart-type:	9.02 dB
Type du milieu:	ouvert
Remarques:	1- Très peu d'obstruction. 2- Odomètre non-installé.

Topographie (fichier Fic002)



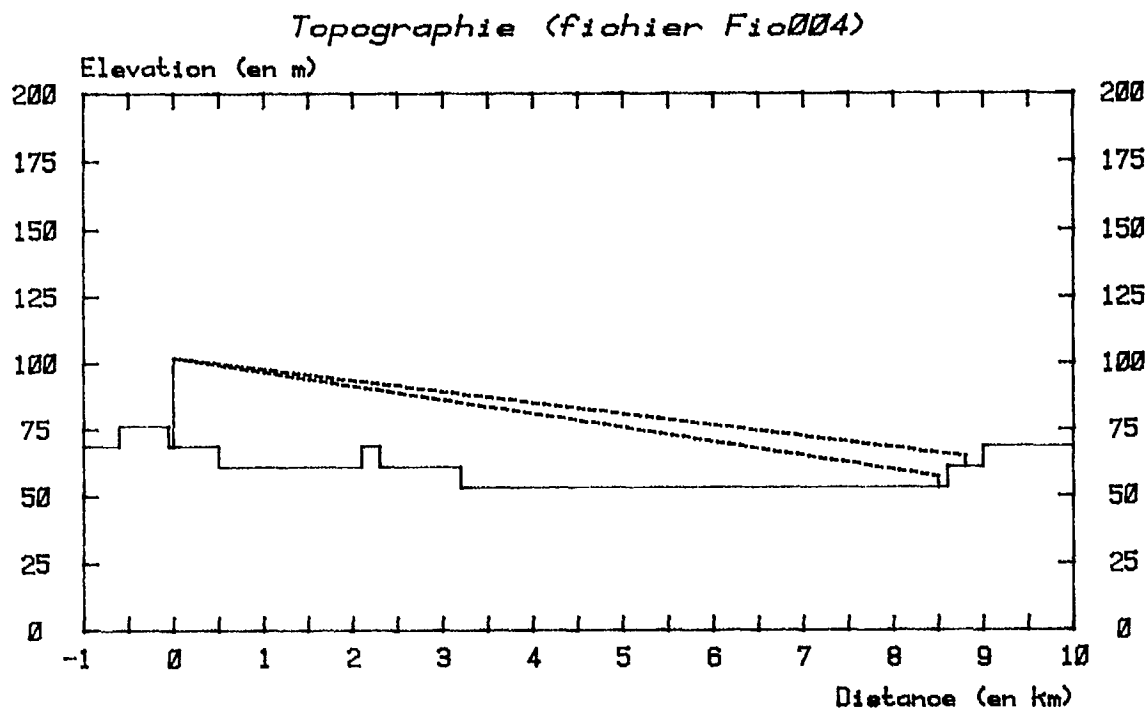
FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic003
Nombre d'enregistrements:	31
Date:	12 Août 1983
Localisation:	Bells Corners
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	4.8 km
Distance maximale du transmetteur:	5.8 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	5 min 08 s 070 ms
Niveau reçu moyen:	-103.63 dBm
Pertes (atténuation= 20 dB):	132.63 dB
Variance:	55.79 dB
Ecart-type:	7.47 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Odomètre non-installé.	



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic004
Nombre d'enregistrements:	21
Date:	12 Août 1983
Localisation:	Ambleside drive
Direction:	Ouest-Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	8.5 km
Distance maximale du transmetteur:	8.8 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	3 min 31 s 380 ms
Niveau reçu moyen:	-83.97 dBm
Pertes:	132.97 dB
Variance:	30.99 dB
Ecart-type:	5.57 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Odomètre non-installé.	

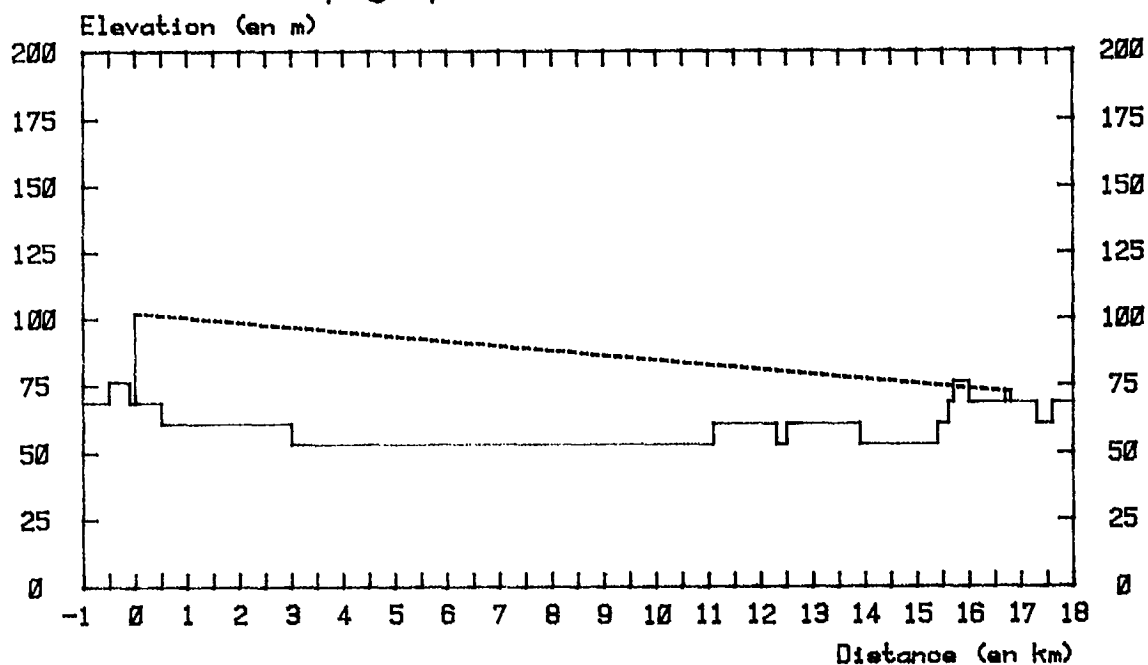


FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic005
Nombre d'enregistrements:	18
Date:	12 Août 1983
Localisation:	O'Connor
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	16.7 km
Distance maximale du transmetteur:	16.8 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	2 min 57 s 100 ms
Niveau reçu moyen:	-102.38 dBm
Pertes:	151.38 dB
Variance:	28.65 dB
Ecart-type:	5.35 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: 1- Milieu urbain de densité moyenne (centre-ville d'Ottawa).  
2- Odomètre non-installé.

Topographie (fichier Fic005)



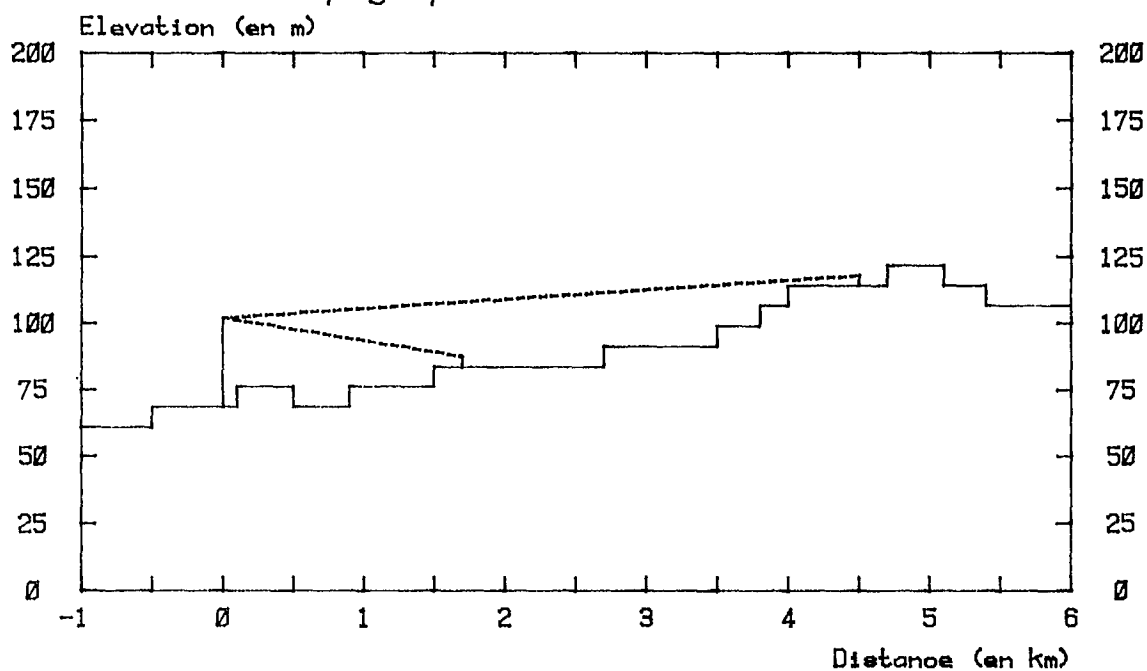
FEUILLE DE DONNEES

Fichier de calibration: Fic006  
Nombre d'enregistrements: 11  
Date: 23 Août 1983  
Localisation: véhicule stationné au CRC  
Direction:  
Distance minimale du transmetteur:  
Distance maximale du transmetteur:  
Longueur du parcours:  
Durée:  
Niveau reçu moyen:  
Pertes:  
Variance:  
Ecart-type:  
Type du milieu:  
Remarques: Fichier de calibration. Le transmetteur, sur le  
toit du CRC, transmet à 10 watts et le récepteur  
est calibré dans le véhicule.

FEUILLE DE DONNEES

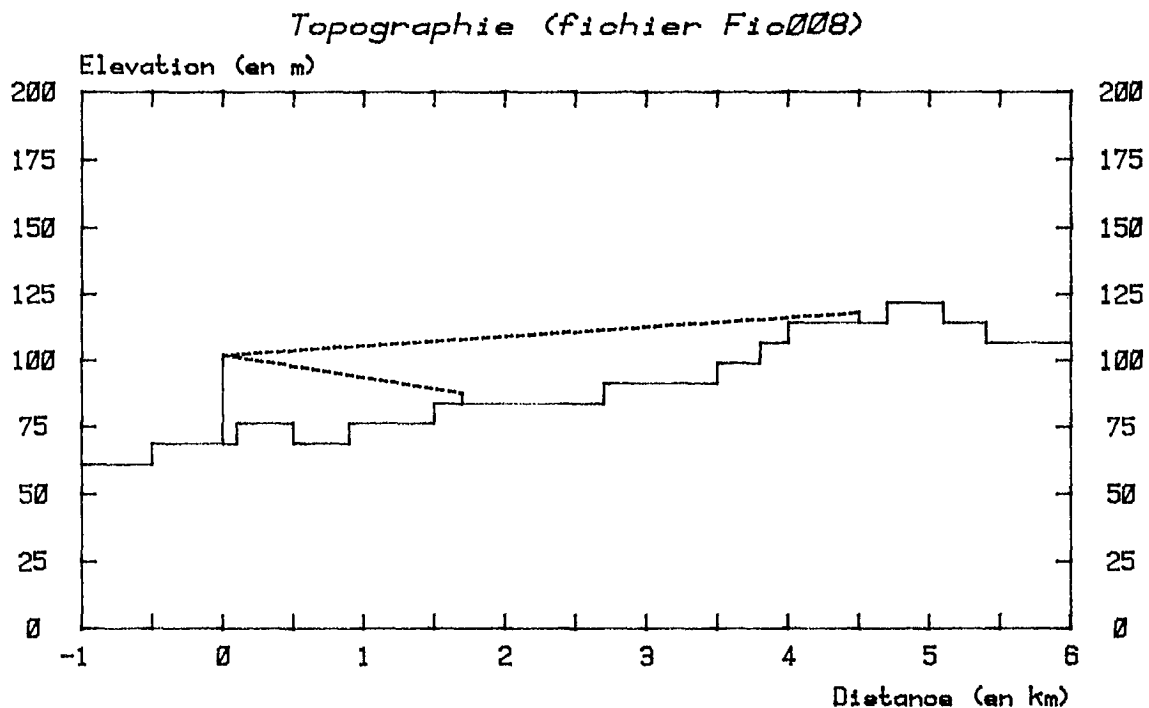
Fichier:	Fic007
Nombre d'enregistrements:	35
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Eagleson side road
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	1.7 km
Distance maximale du transmetteur:	4.5 km
Longueur du parcours:	1317.60 m
Durée:	5 min 52 s 210 ms
Niveau reçu moyen:	-92.25 dBm
Pertes (atténuation= 30 dB):	111.25 dB
Variance:	85.23 dB
Ecart-type:	9.23 dB
Type du milieu:	ouvert
Remarques:	

Topographie (fichier Fic007)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic008
Nombre d'enregistrements:	33
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Eagleson side road
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	1.7 km
Distance maximale du transmetteur:	4.5 km
Longueur du parcours:	1361.40 m
Durée:	5 min 34 s 700 ms
Niveau reçu moyen:	-90.40 dBm
Pertes (atténuation= 30 dB):	109.40 dB
Variance:	49.71 dB
Ecart-type:	7.05 dB
Type du milieu:	ouvert
Remarques:	



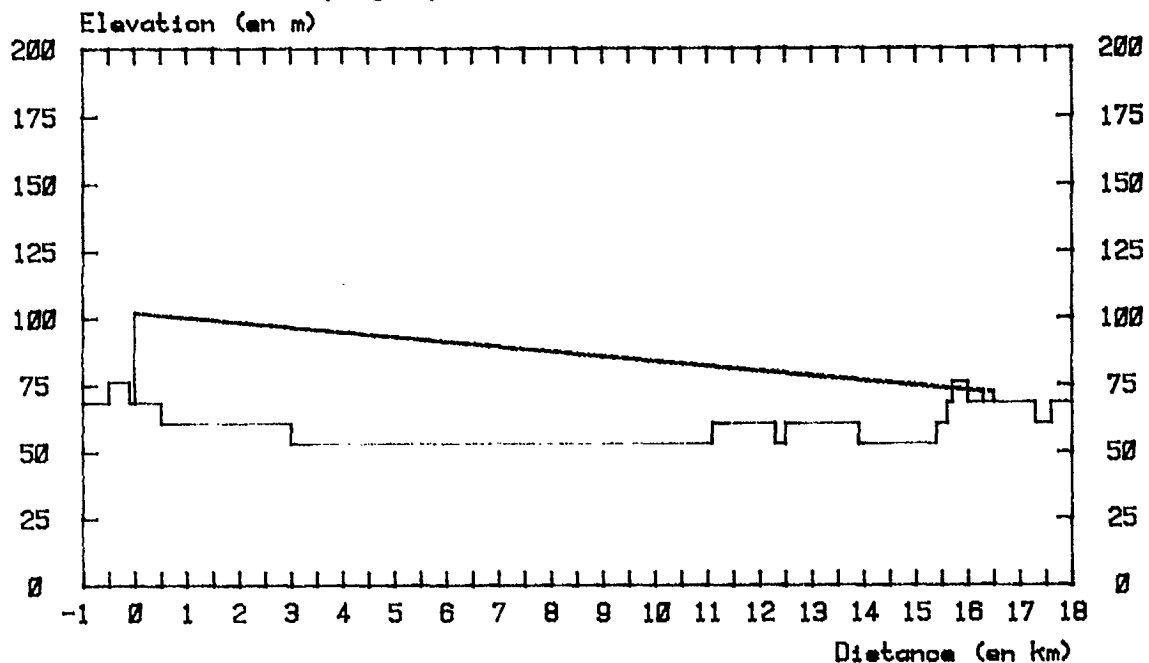


FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic009
Nombre d'enregistrements:	27
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Kent
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	16.3 km
Distance maximale du transmetteur:	16.5 km
Longueur du parcours:	1278.00 m
Durée:	4 min 28 s 370 ms
Niveau reçu moyen:	-101.39 dBm
Pertes:	150.39 dB
Variance:	30.93 dB
Ecart-type:	5.56 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.

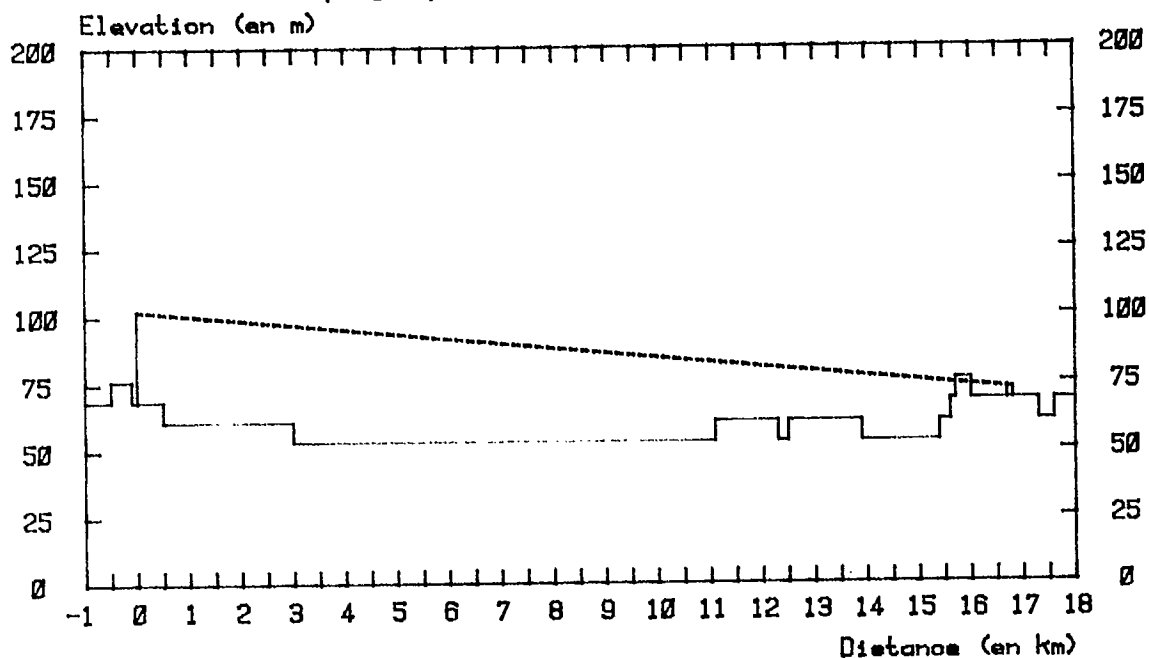
Topographie (fichier Fic009)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic010
Nombre d'enregistrements:	24
Date:	23 Août 1983
Localisation:	O'Connor
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	16.7 km
Distance maximale du transmetteur:	16.8 km
Longueur du parcours:	1316.40 m
Durée:	3 min 59 s 780 ms
Niveau reçu moyen:	-104.53 dBm
Pertes:	153.53 dB
Variance:	37.25 dB
Ecart-type:	6.10 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

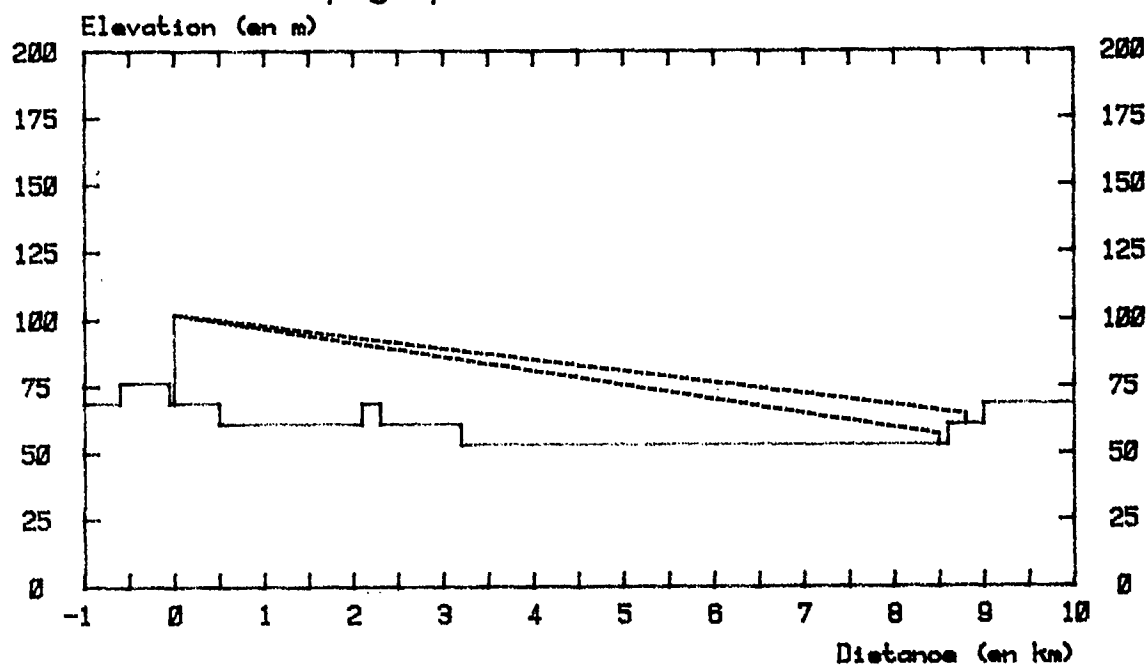
Topographie (fichier Fic010)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic011
Nombre d'enregistrements:	6
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Ambleside drive
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	8.5 km
Distance maximale du transmetteur:	8.8 km
Longueur du parcours:	438.50 m
Durée:	1 min 00 s 250 ms
Niveau reçu moyen:	-84.97 dBm
Pertes:	133.97 dB
Variance:	29.25 dB
Ecart-type:	5.41 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Fichier le plus court.	

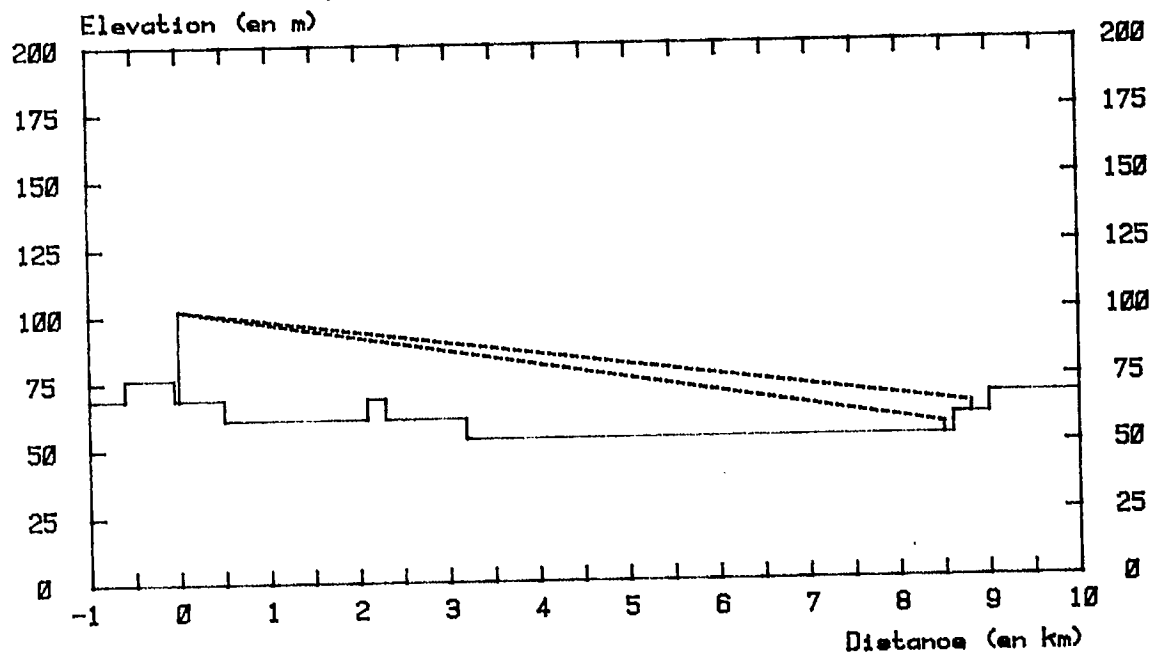
Topographie (fichier Fic011)



FEUILLE DE DONNEES

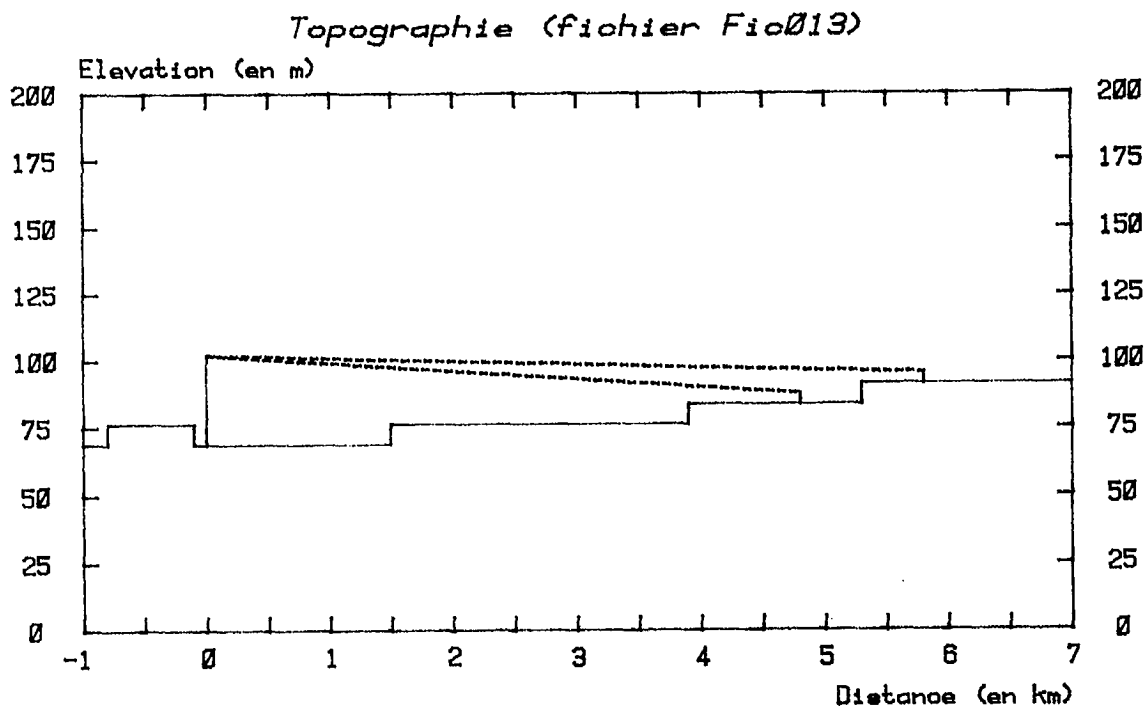
Fichier:	Fic012
Nombre d'enregistrements:	8
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Ambleside drive
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	8.5 km
Distance maximale du transmetteur:	8.8 km
Longueur du parcours:	552.55 m
Durée:	1 min 14 s 260 ms
Niveau reçu moyen:	-87.12 dBm
Pertes:	136.12 dB
Variance:	23.50 dB
Ecart-type:	4.85 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	

Topographie (fichier Fic012)



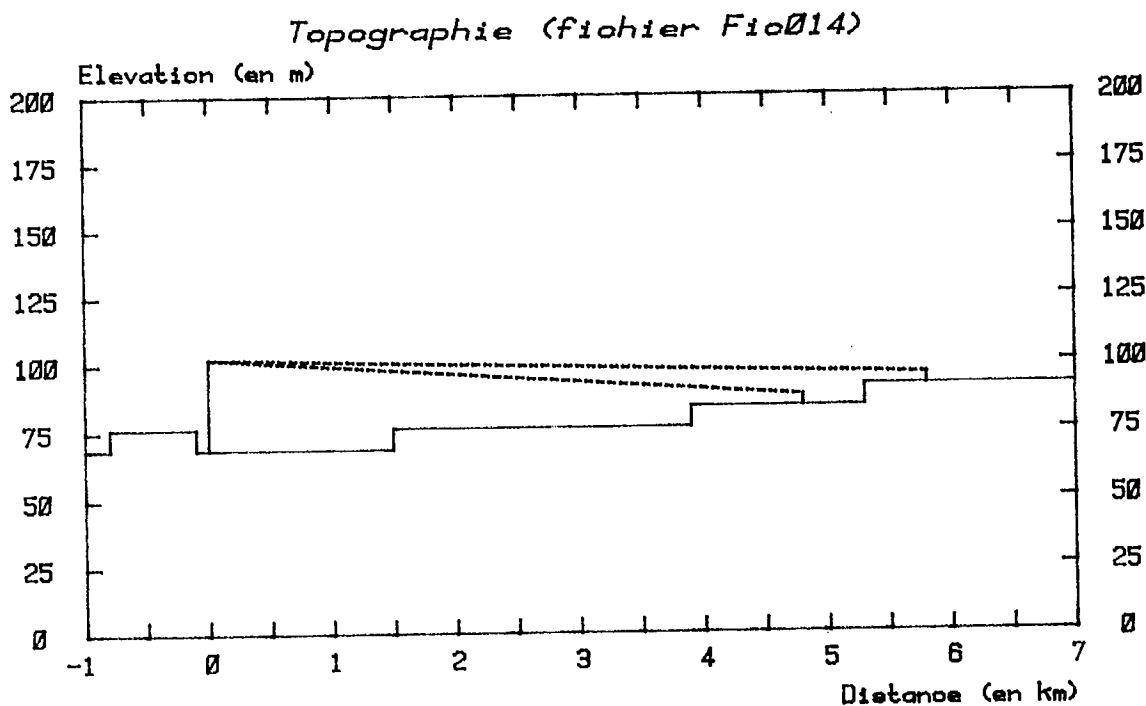
FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic013
Nombre d'enregistrements:	39
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Bells Corners
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	4.8 km
Distance maximale du transmetteur:	5.8 km
Longueur du parcours:	2605.50 m
Durée:	6 min 35 s 400 ms
Niveau reçu moyen:	-95.44 dBm
Pertes (atténuation= 10 dB):	134.44 dB
Variance:	47.34 dB
Ecart-type:	6.88 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Détour supplémentaire.



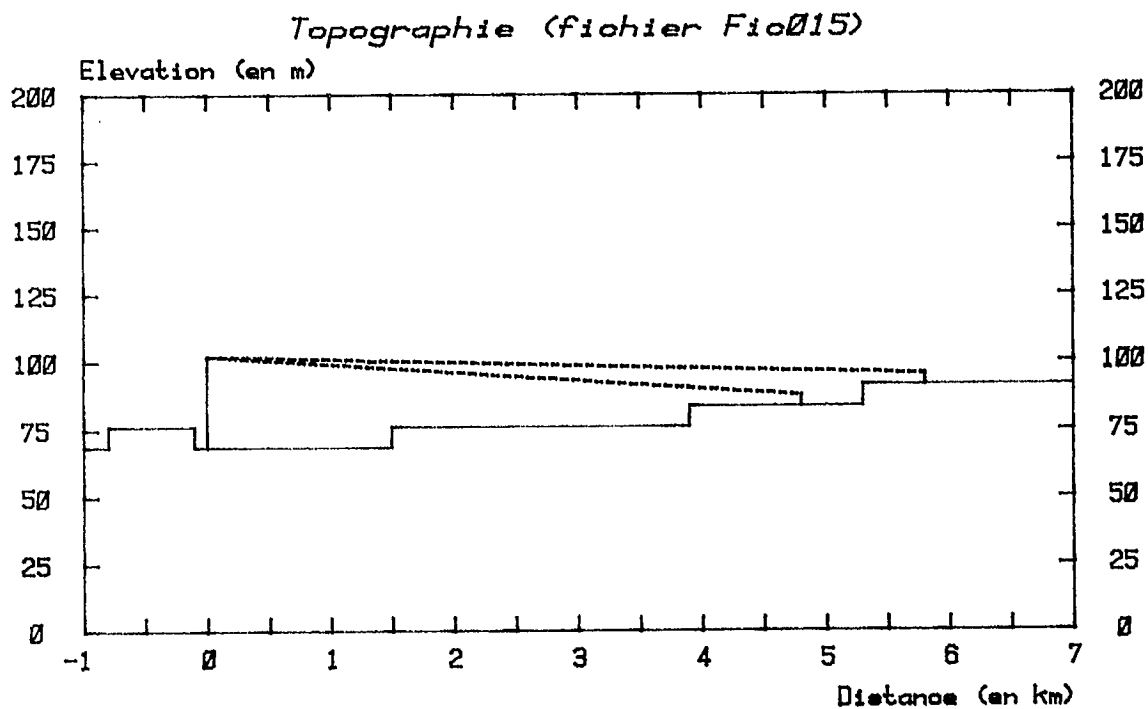
FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic014
Nombre d'enregistrements:	29
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Bells Corners
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	4.8 km
Distance maximale du transmetteur:	5.8 km
Longueur du parcours:	2192.55 m
Durée:	4 min 49 s 020 ms
Niveau reçu moyen:	-96.13 dBm
Pertes (atténuation= 10 dB):	135.13 dB
Variance:	63.03 dB
Ecart-type:	7.94 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	



FEUILLE DE DONNEES

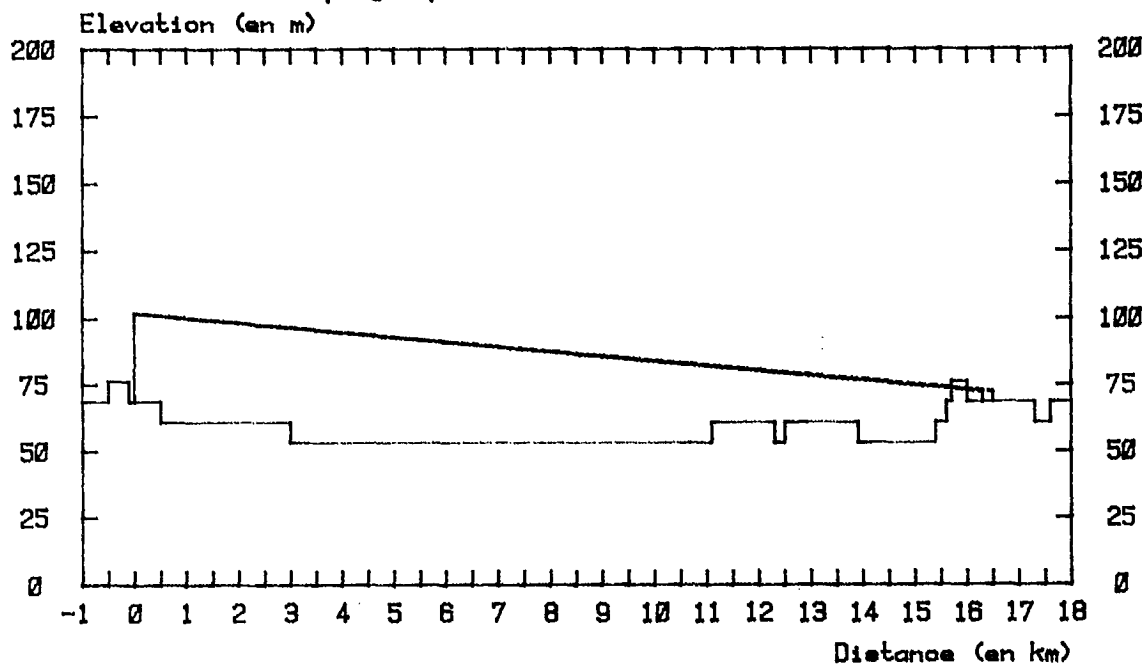
Fichier:	Fic015
Nombre d'enregistrements:	28
Date:	23 Août 1983
Localisation:	Bells Corners
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	4.8 km
Distance maximale du transmetteur:	5.8 km
Longueur du parcours:	2256.40 m
Durée:	4 min 36 s 700 ms
Niveau reçu moyen:	-95.33 dBm
Pertes (atténuation= 10 dB):	134.33 dB
Variance:	54.89 dB
Ecart-type:	7.41 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic016
Nombre d'enregistrements:	18
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Kent
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	16.3 km
Distance maximale du transmetteur:	16.5 km
Longueur du parcours:	1237.15 m
Durée:	2 min 55 s 690 ms
Niveau reçu moyen:	-101.34 dBm
Pertes:	150.34 dB
Variance:	42.62 dB
Ecart-type:	6.53 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

Topographie (fichier Fic016)

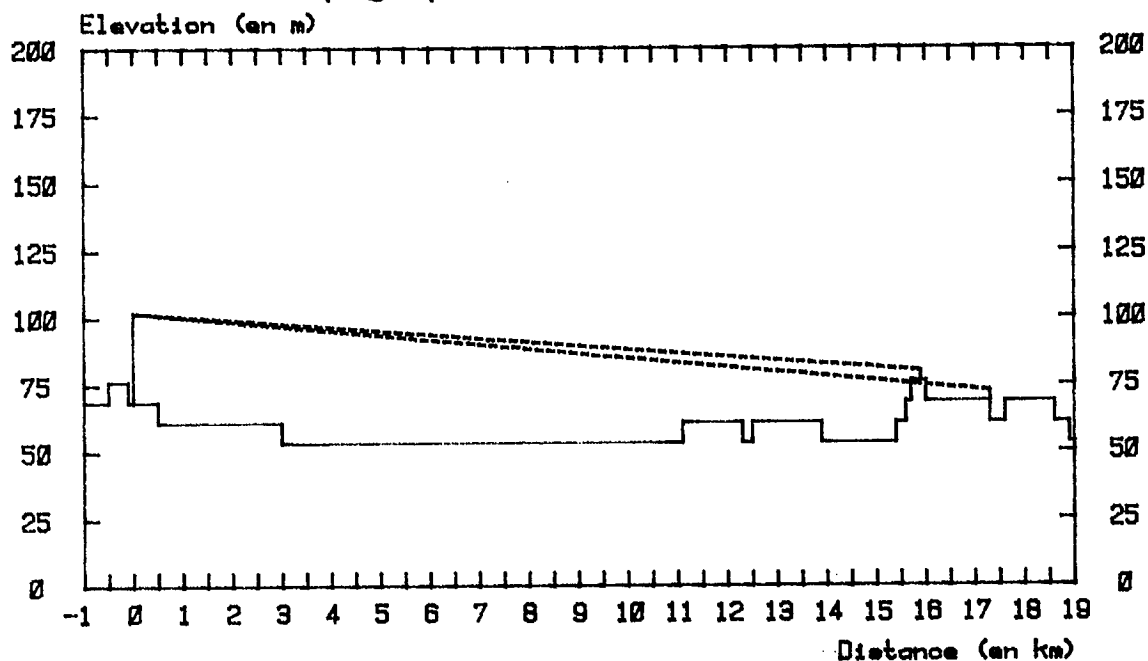




FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic017
Nombre d'enregistrements:	16
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Queen
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	15.9 km
Distance maximale du transmetteur:	17.3 km
Longueur du parcours:	967.45 m
Durée:	2 min 43 s 040 ms
Niveau reçu moyen:	-91.59 dBm
Pertes:	140.59
Variance:	27.70 dB
Ecart-type:	5.26 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

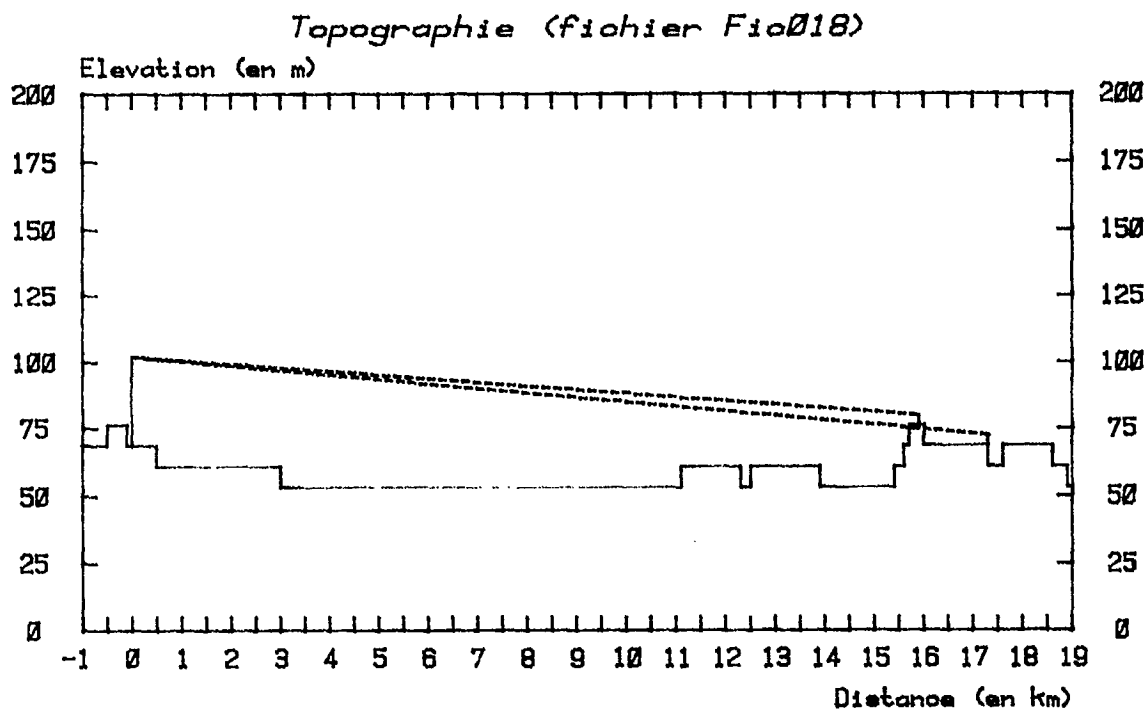
Topographie (fichier Fic017)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic018
Nombre d'enregistrements:	16
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Queen
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	15.9 km
Distance maximale du transmetteur:	17.3 km
Longueur du parcours:	1047.45 m
Durée:	2 min 42 s 010 ms
Niveau reçu moyen:	-91.45 dBm
Pertes:	140.45 dB
Variance:	46.90 dB
Ecart-type:	6.85 dB
Type du milieu:	urbain

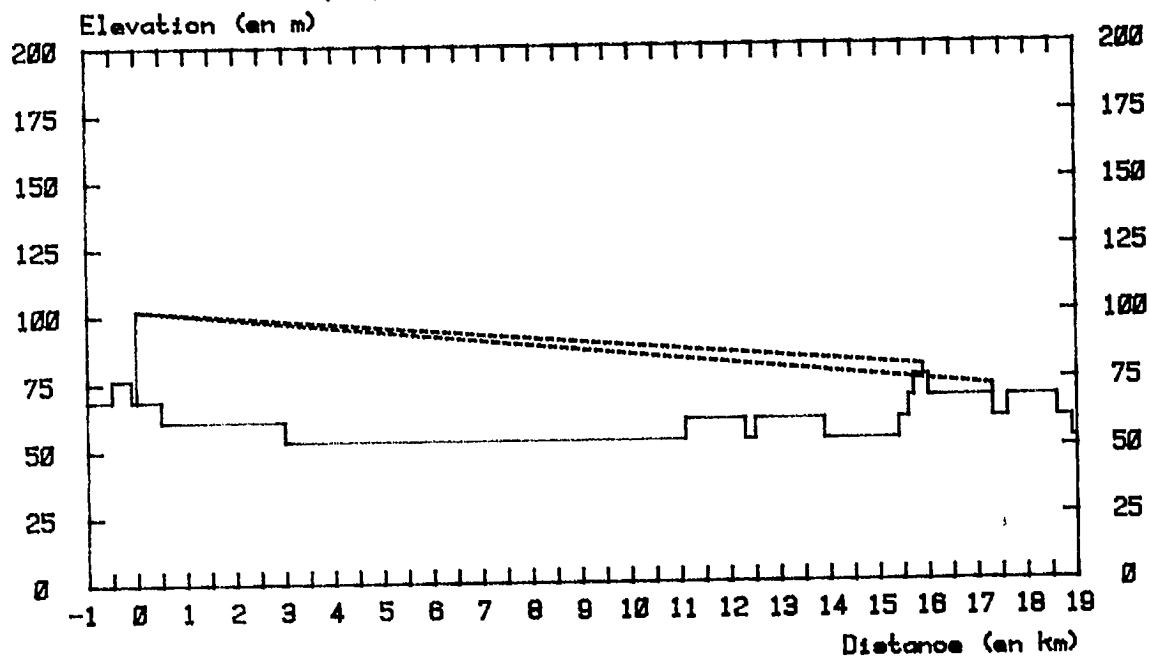
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic019
Nombre d'enregistrements:	20
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Slater
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	15.9 km
Distance maximale du transmetteur:	17.3 km
Longueur du parcours:	1306.90 m
Durée:	3 min 17 s 710 ms
Niveau reçu moyen:	-89.68 dBm
Pertes:	138.68 dB
Variance:	35.39 dB
Ecart-type:	5.95 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

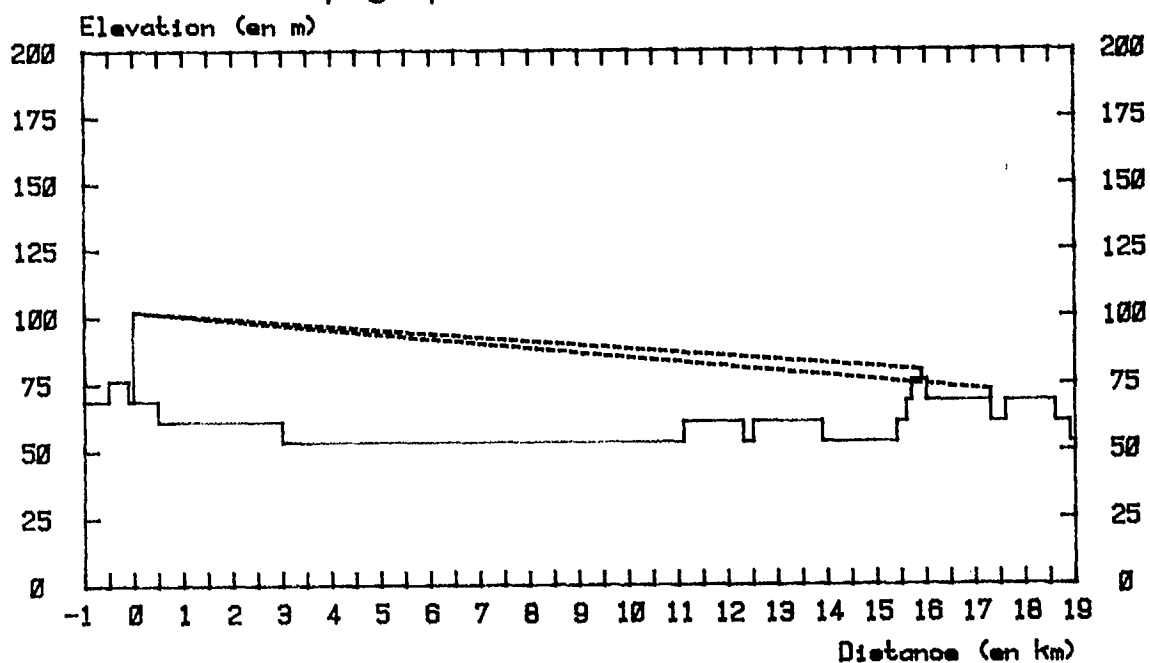
Topographie (fichier Fic019)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic020
Nombre d'enregistrements:	15
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Albert
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	15.9 km
Distance maximale du transmetteur:	17.3 km
Longueur du parcours:	1006.25 m
Durée:	2 min 27 s 440 ms
Niveau reçu moyen:	-97.90 dBm
Pertes:	146.90 dB
Variance:	41.84 dB
Ecart-type:	6.47 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

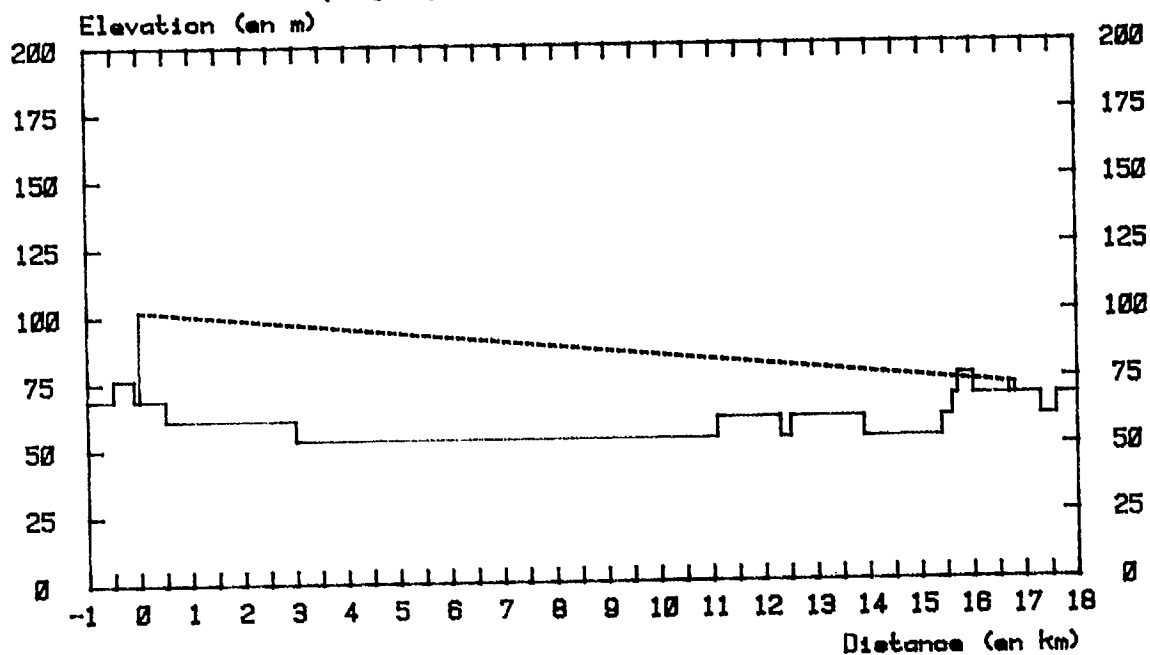
## Topographie (fichier Fic020)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic021
Nombre d'enregistrements:	18
Date:	24 Août 1983
Localisation:	O'Connor
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	16.7 km
Distance maximale du transmetteur:	16.8 km
Longueur du parcours:	1234.90 m
Durée:	3 min 01 s 340 ms
Niveau reçu moyen:	-102.51 dBm
Pertes:	151.51 dB
Variance:	31.68 dB
Ecart-type:	5.63 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

Topographie (fichier Fic021)

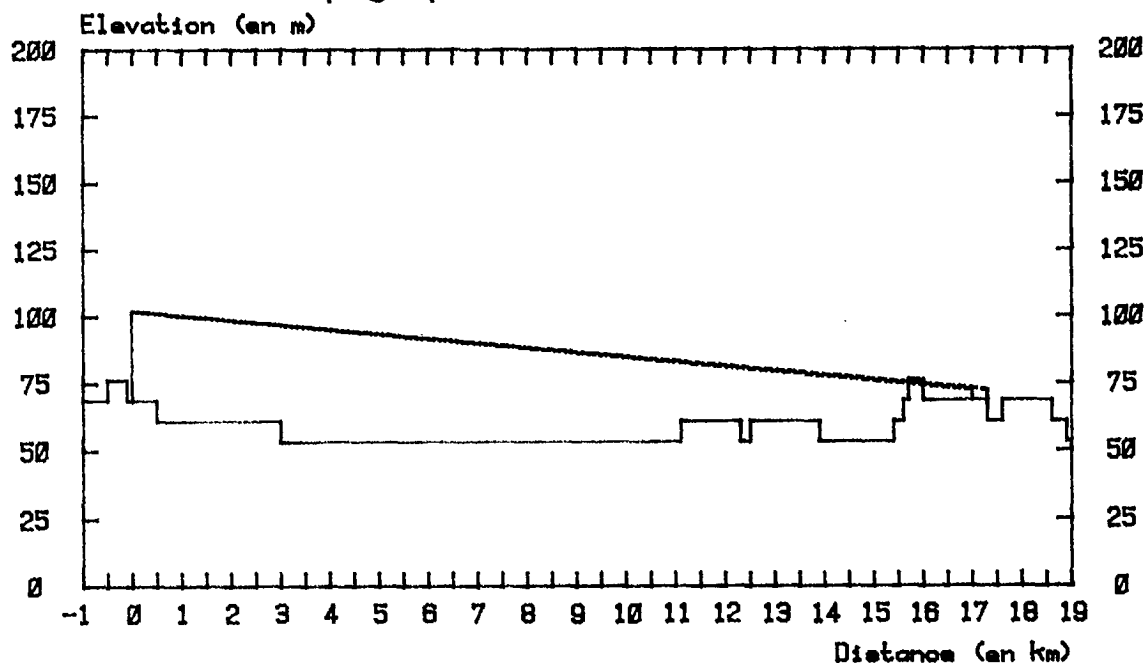


FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic022
Nombre d'enregistrements:	32
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Metcalfe
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	17.0 km
Distance maximale du transmetteur:	17.3 km
Longueur du parcours:	1408.95 m
Durée:	5 min 26 s 260 ms
Niveau reçu moyen:	-101.26 dBm
Pertes:	150.26 dB
Variance:	63.70 dB
Ecart-type:	7.98 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.

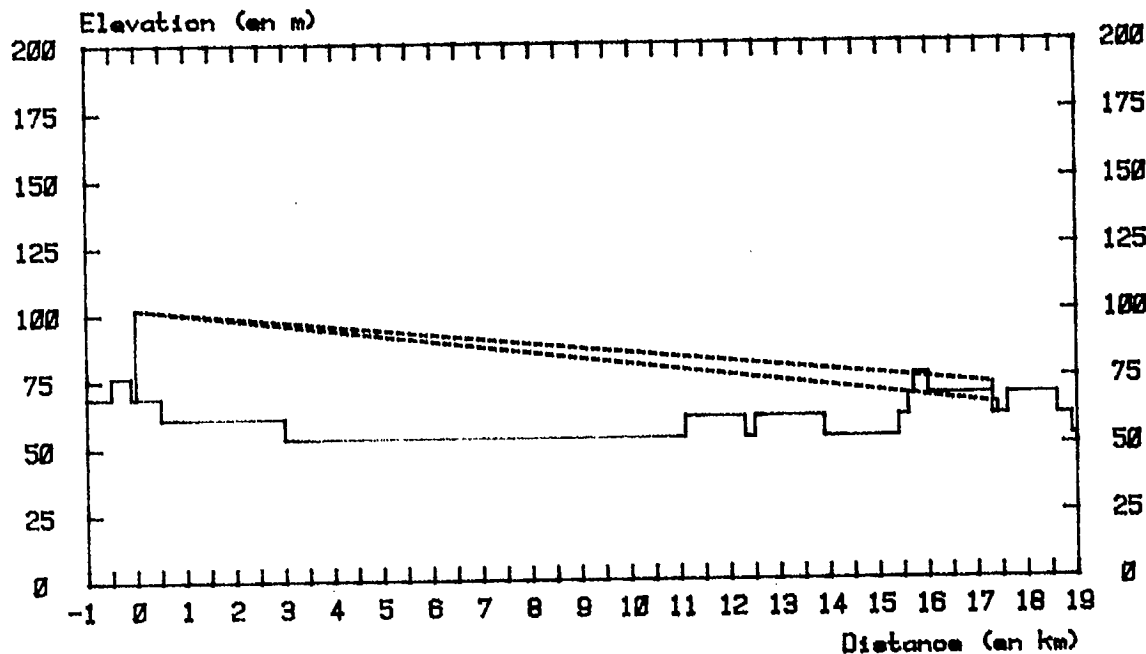
Topographie (fichier Fic022)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic023
Nombre d'enregistrements:	31
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Elgin
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	17.3 km
Distance maximale du transmetteur:	17.4 km
Longueur du parcours:	1337.40 m
Durée:	5 min 09 s 210 ms
Niveau reçu moyen:	-105.40 dBm
Pertes:	154.40 dB
Variance:	39.03 dB
Ecart-type:	6.25 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

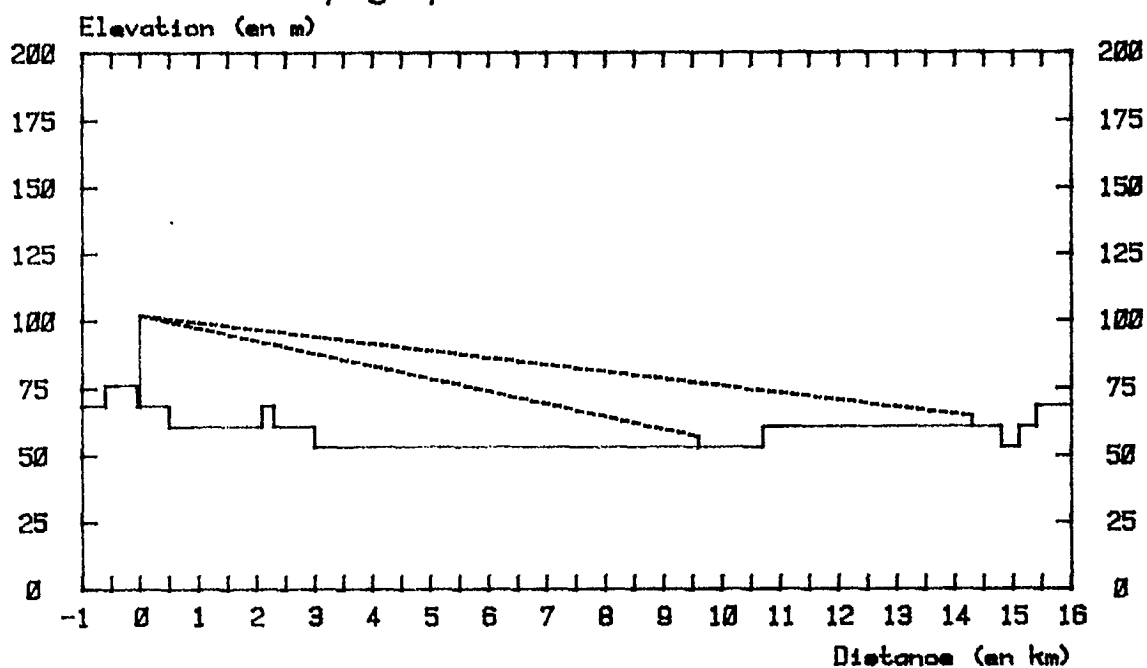
Topographie (fichier Fic023)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic024
Nombre d'enregistrements:	42
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Wellington/Richmond road
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	9.6 km
Distance maximale du transmetteur:	14.3 km
Longueur du parcours:	4428.45 m
Durée:	7 min 25 s 270 ms
Niveau reçu moyen:	-90.66 dBm
Pertes:	139.66 dB
Variance:	61.76 dB
Ecart-type:	7.98 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité faible.	

Topographie (fichier Fic024)

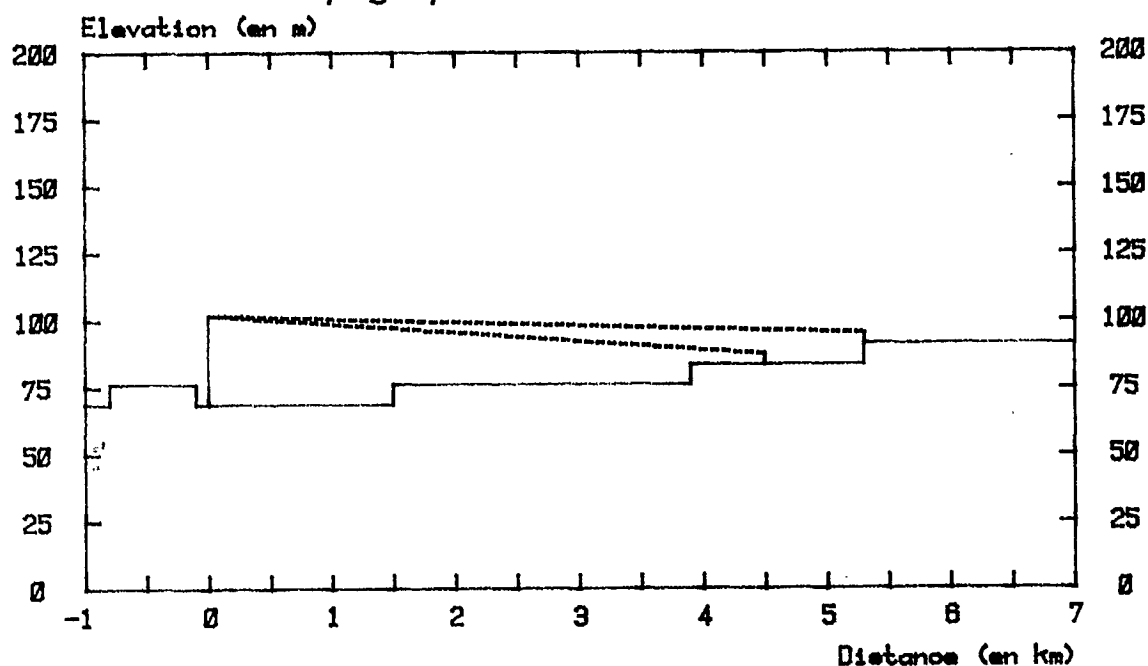




FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic025
Nombre d'enregistrements:	16
Date:	24 Août 1983
Localisation:	Richmond road
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	4.5 km
Distance maximale du transmetteur:	5.3 km
Longueur du parcours:	1549.35 m
Durée:	2 min 38 s 910 ms
Niveau reçu moyen:	-80.66 dBm
Pertes:	129.66 dB
Variance:	21.79 dB
Ecart-type:	4.67 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	

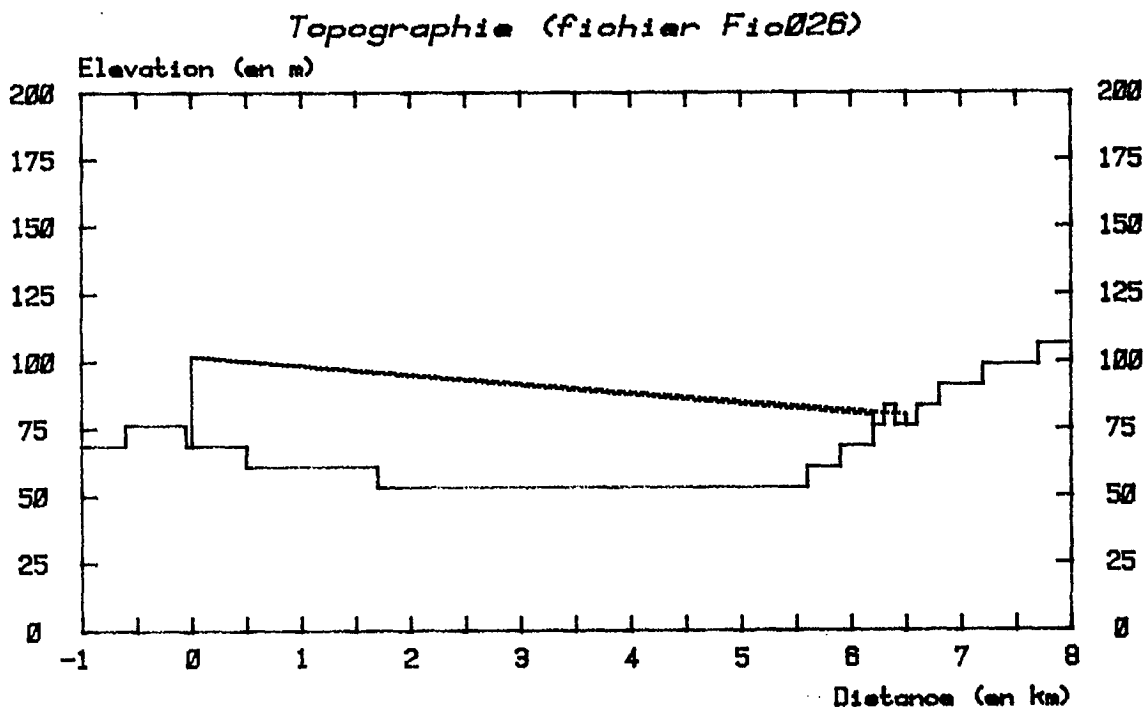
Topographie (fichier Fic025)



FEUILLE DE DONNEES

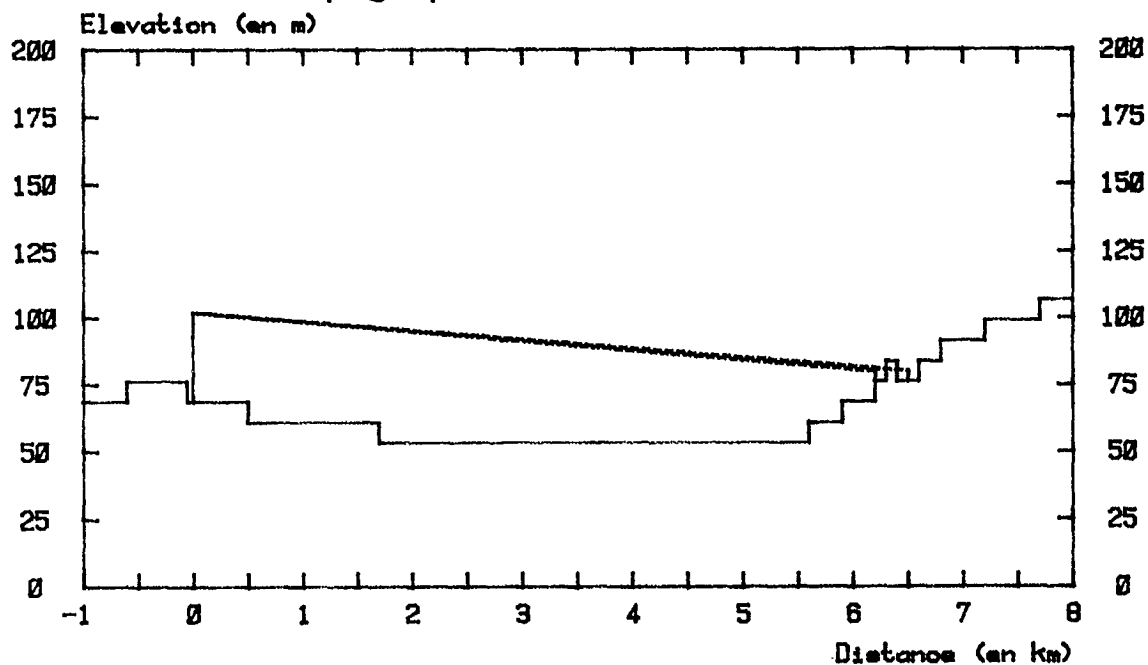
Fichier:	Fic026
Nombre d'enregistrements:	20
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Principale/Eardley
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	6.2 km
Distance maximale du transmetteur:	6.5 km
Longueur du parcours:	1832.60 m
Durée:	3 min 17 s 100 ms
Niveau reçu moyen:	-76.15 dBm
Pertes:	125.15 dB
Variance:	36.81 dB
Ecart-type:	6.07 dB
Type du milieu:	suburbain

Remarques: Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.



FEUILLE DE DONNEES

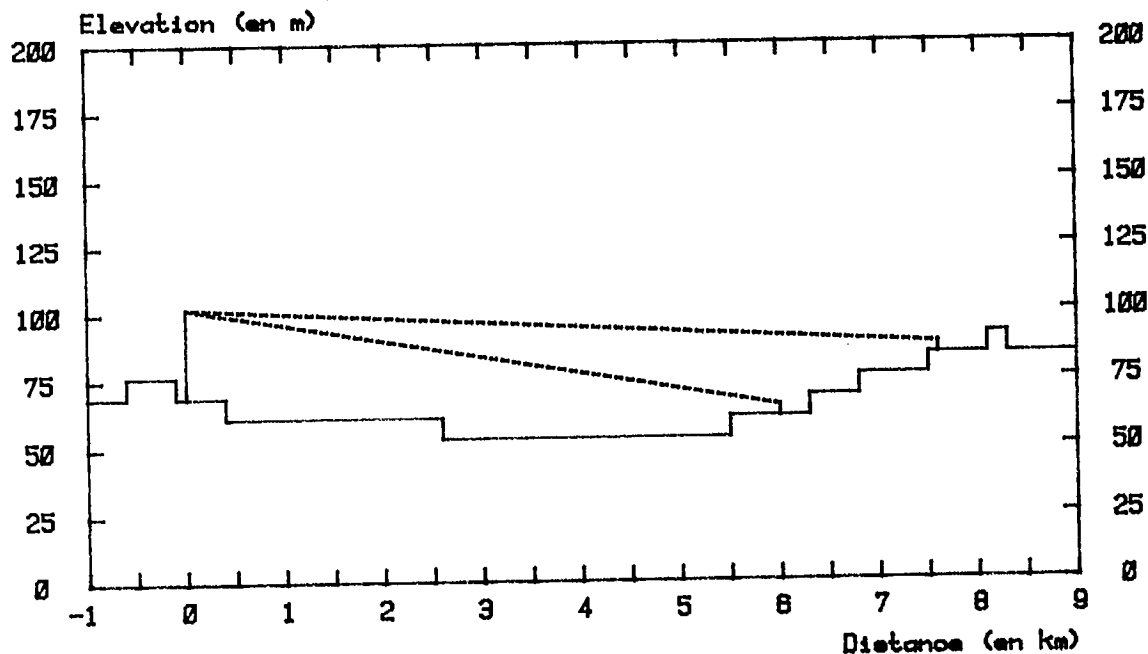
Fichier:	Fic027
Nombre d'enregistrements:	23
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Eardley/Principale
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	6.2 km
Distance maximale du transmetteur:	6.5 km
Longueur du parcours:	1851.85 m
Durée:	3 min 45 s 570 ms
Niveau reçu moyen:	-75.72 dBm
Pertes:	124.72 dB
Variance:	34.96 dB
Ecart-type:	5.91 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.	

*Topographie (fichier Fic027)*

FEUILLE DE DONNEES

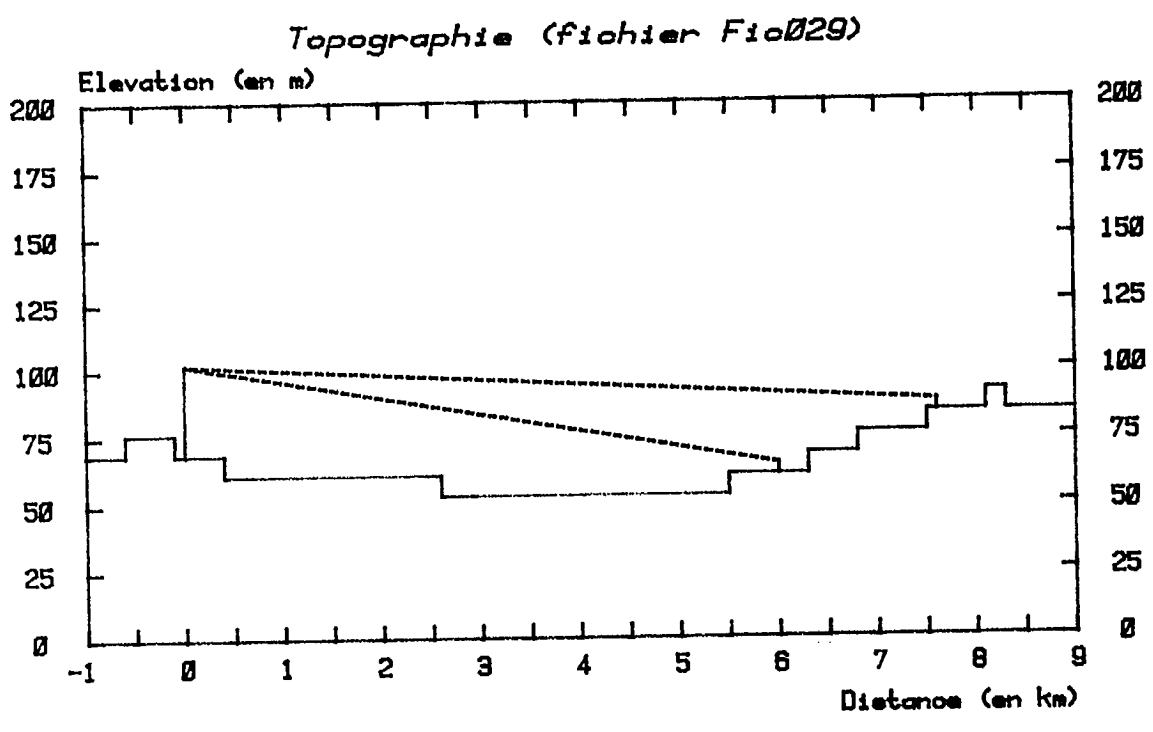
Fichier:	Fic028
Nombre d'enregistrements:	28
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Mountain/Alexander
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	6.0 km
Distance maximale du transmetteur:	7.6 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	non-disponible
Niveau reçu moyen:	non-disponible
Pertes:	non-disponible
Variance:	non-disponible
Ecart-type:	non-disponible
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	1- Trajet au-dessus de la rivière Outaouais. 2- Fin de fichier non enregistrée.

Topographie (fichier Fic028)



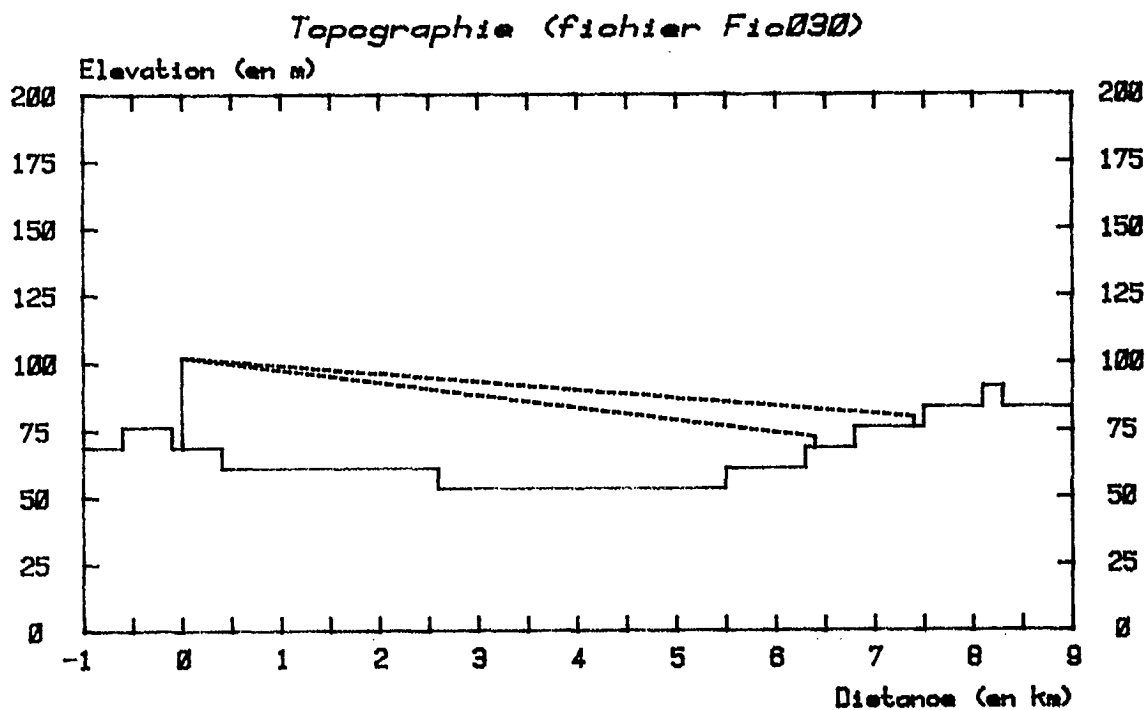
FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic029
Nombre d'enregistrements:	26
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Alexander/Mountain
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	6.0 km
Distance maximale du transmetteur:	7.6 km
Longueur du parcours:	3444.85 m
Durée:	4 min 22 s 150 ms
Niveau reçu moyen:	-81.34 dBm
Pertes:	130.34 dB
Variance:	33.88 dB
Ecart-type:	5.82 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.



FEUILLE DE DONNEES

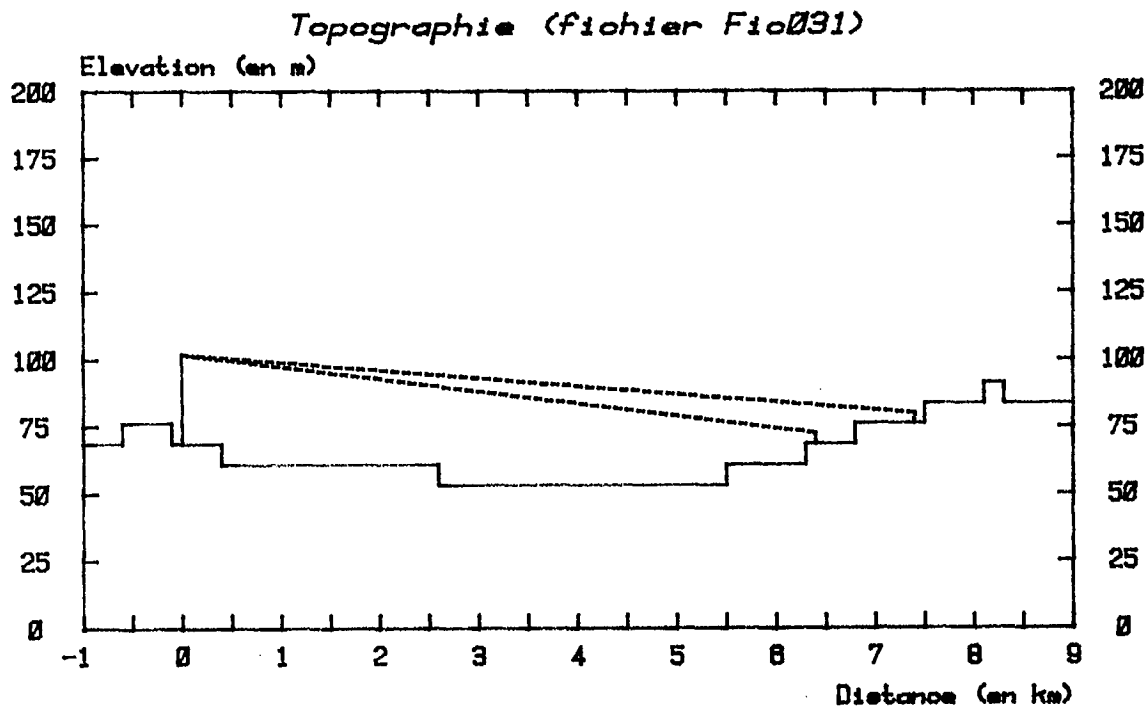
Fichier:	Fic030
Nombre d'enregistrements:	11
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Fraser
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	6.4 km
Distance maximale du transmetteur:	7.4 km
Longueur du parcours:	1226.45 m
Durée:	1 min 51 s 020 ms
Niveau reçu moyen:	-81.80 dBm
Pertes:	130.80 dB
Variance:	41.49 dB
Ecart-type:	6.44 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic031
Nombre d'enregistrements:	12
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Fraser
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	6.4 km
Distance maximale du transmetteur:	7.4 km
Longueur du parcours:	1228.80 m
Durée:	1 min 53 s 400 ms
Niveau reçu moyen:	-82.63 dBm
Pertes:	131.63 dB
Variance:	95.29 dB
Ecart-type:	9.76 dB
Type du milieu:	suburbain

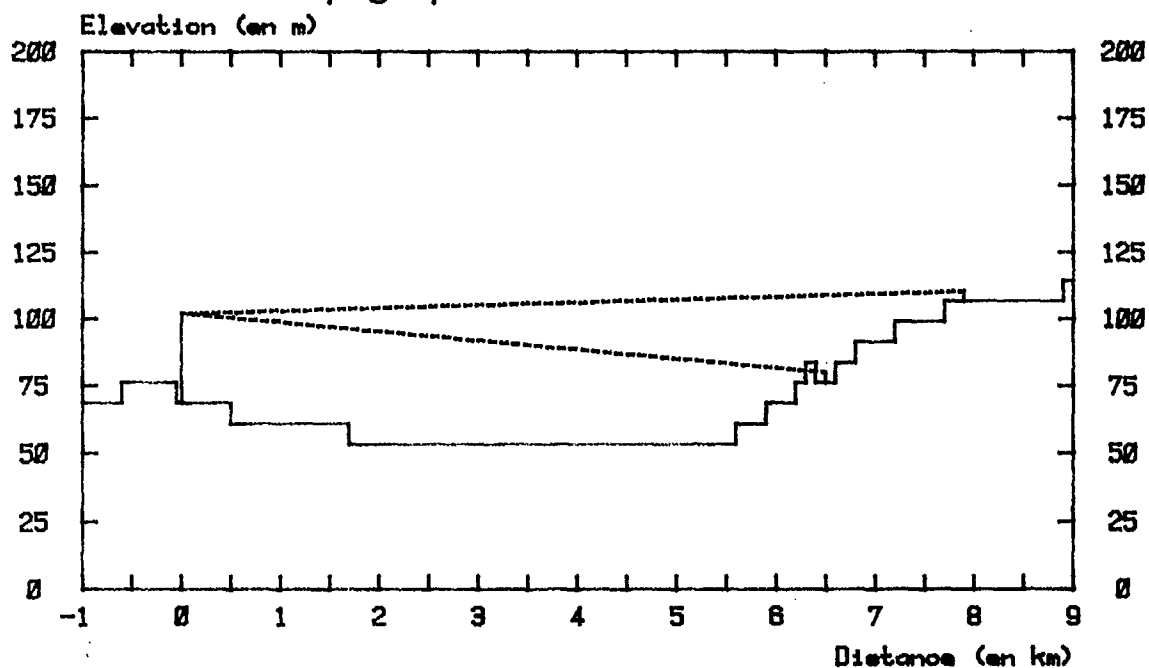
Remarques: Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic032
Nombre d'enregistrements:	17
Date:	25 Août 1983
Localisation:	boulevard Lavigne
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	6.5 km
Distance maximale du transmetteur:	7.9 km
Longueur du parcours:	1633.15 m
Durée:	2 min 50 s 360 ms
Niveau reçu moyen:	-79.09 dBm
Pertes:	128.09 dB
Variance:	82.66 dB
Ecart-type:	9.09 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

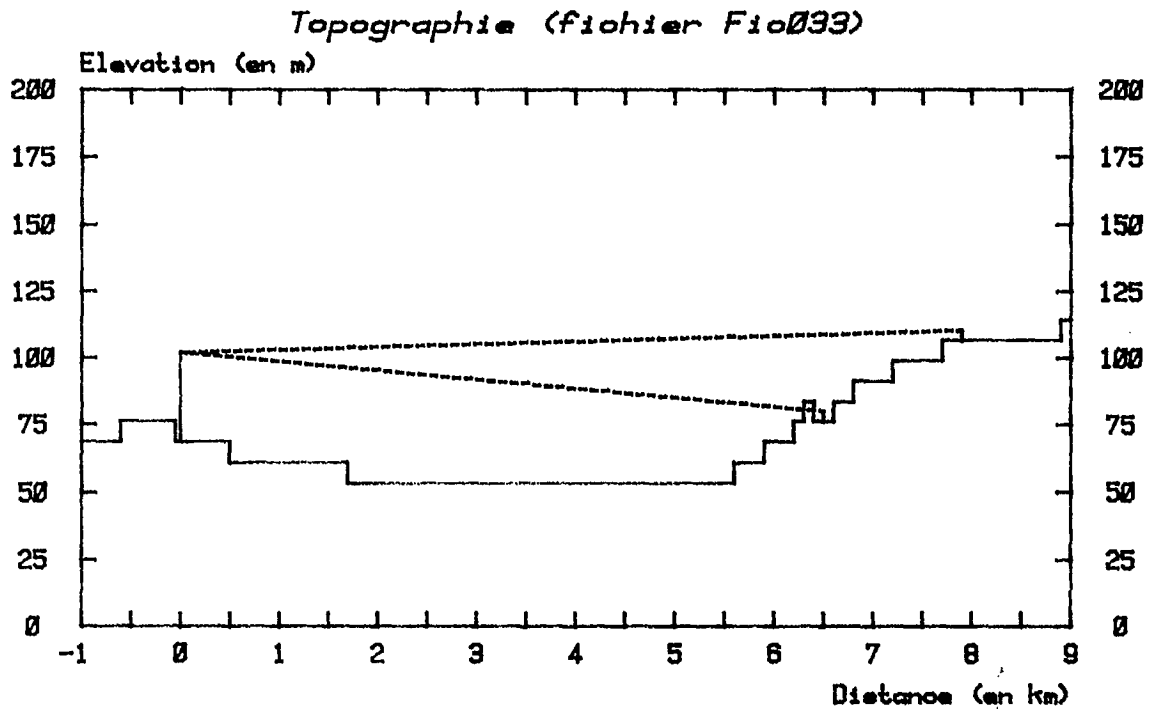
Topographie (fichier Fic032)





FEUILLE DE DONNEES

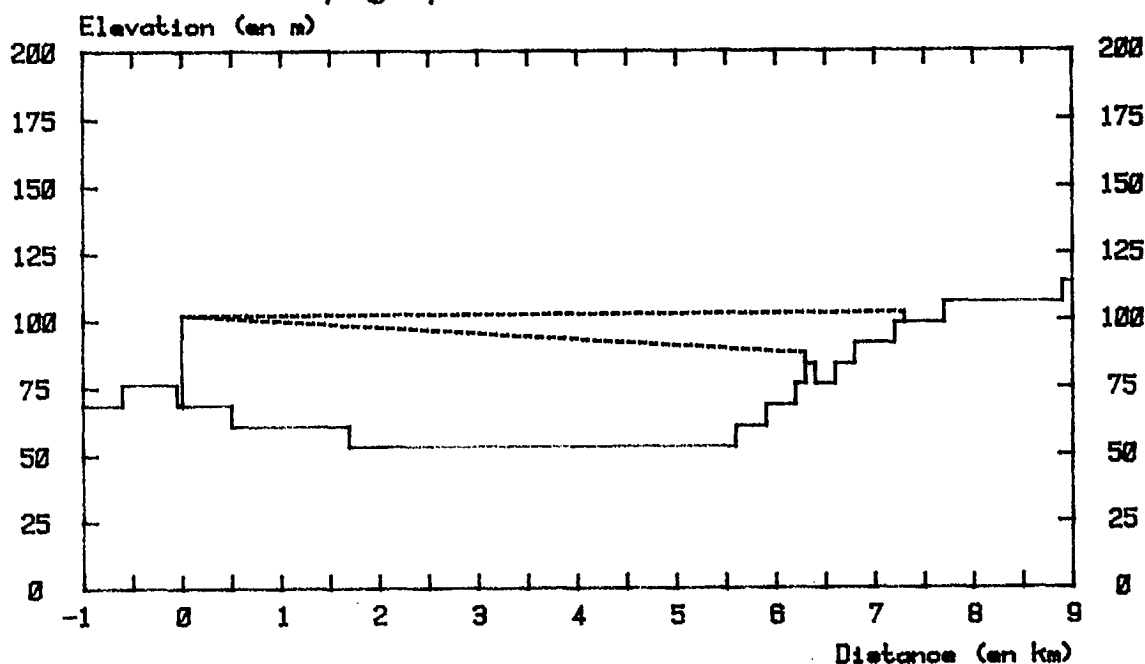
Fichier: Fic033  
 Nombre d'enregistrements: 16  
 Date: 25 Août 1983  
 Localisation: boulevard Lavigne  
 Direction: Nord-Sud  
 Distance minimale du transmetteur: 6.5 km  
 Distance maximale du transmetteur: 7.9 km  
 Longueur du parcours: 1608.30 m  
 Durée: 2 min 37 s 970 ms  
 Niveau reçu moyen: -80.29 dBm  
 Pertes: 129.29 dB  
 Variance: 26.33 dB  
 Ecart-type: 5.13 dB  
 Type du milieu: suburbain  
 Remarques: Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic034
Nombre d'enregistrements:	29
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Broad/St-Laurent/Parker
Direction:	Sud-Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	6.3 km
Distance maximale du transmetteur:	7.3 km
Longueur du parcours:	2328.40 m
Durée:	4 min 49 s 780 ms
Niveau reçu moyen:	-82.57 dBm
Pertes:	131.57 dB
Variance:	97.33 dB
Ecart-type:	9.87 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

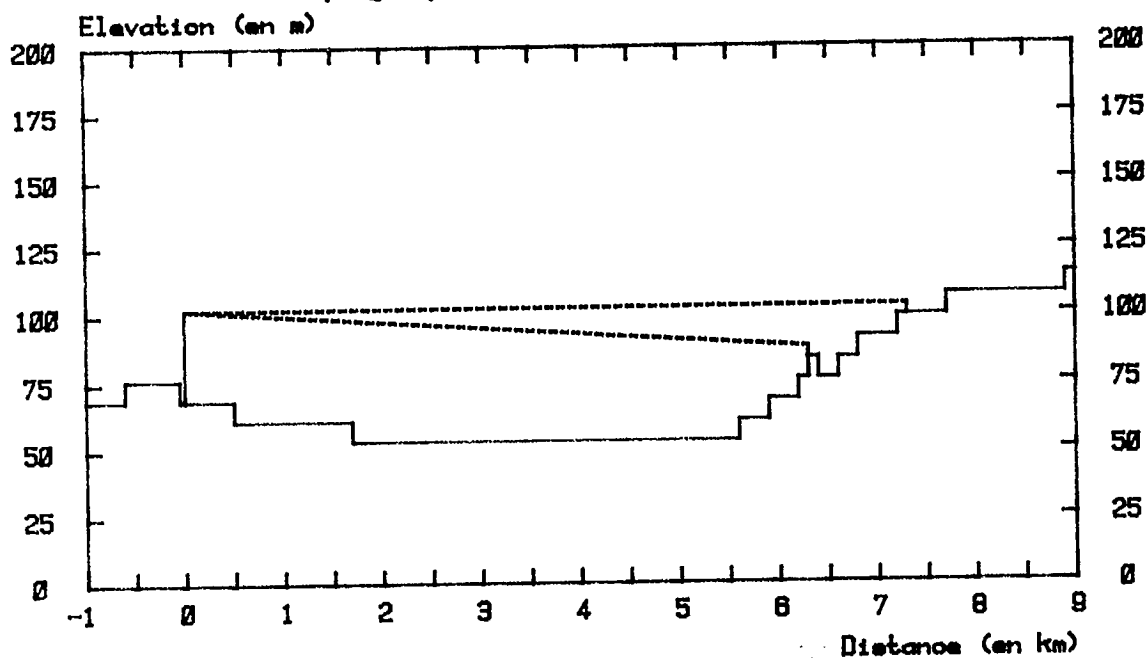
Topographie (fichier Fic034)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic035
Nombre d'enregistrements:	28
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Parker/St-Laurent/Broad
Direction:	Sud-Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	6.3 km
Distance maximale du transmetteur:	7.3 km
Longueur du parcours:	2332.80 m
Durée:	4 min 38 s 410 ms
Niveau reçu moyen:	-81.99 dBm
Pertes:	130.99 dB
Variance:	68.69 dB
Ecart-type:	8.29 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

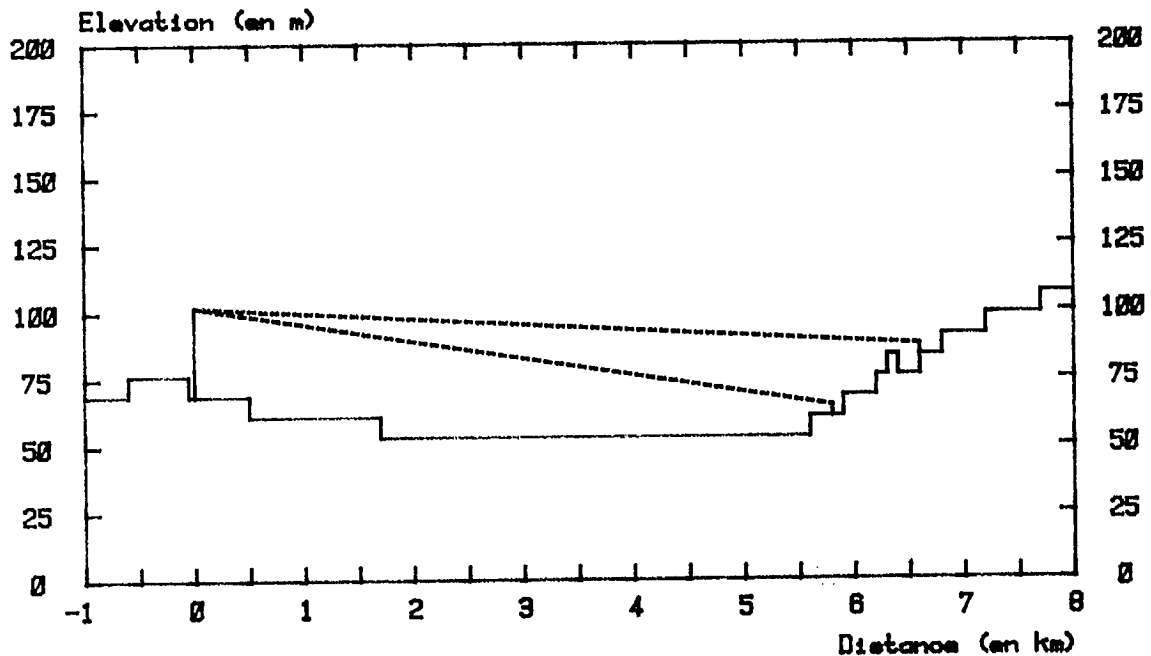
Topographie (fichier Fic035)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic036
Nombre d'enregistrements:	21
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Principale/Front
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	5.8 km
Distance maximale du transmetteur:	6.6 km
Longueur du parcours:	1371.50 m
Durée:	3 min 29 s 640 ms
Niveau reçu moyen:	-74.33 dBm
Pertes:	123.33 dB
Variance:	38.56 dB
Ecart-type:	6.21 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.	

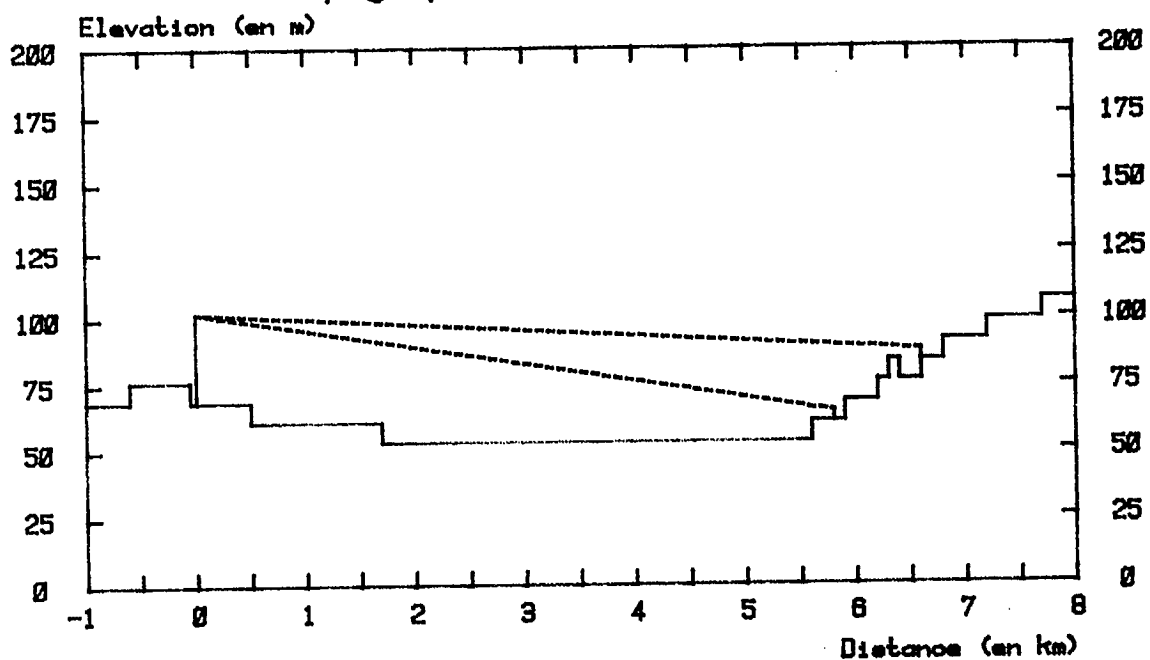
Topographie (fichier Fic036)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic037
Nombre d'enregistrements:	18
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Front/Principale
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	5.8 km
Distance maximale du transmetteur:	6.6 km
Longueur du parcours:	1329.90 m
Durée:	2 min 38 s 950 ms
Niveau reçu moyen:	-77.35 dBm
Pertes:	126.35 dB
Variance:	86.76 dB
Ecart-type:	9.31 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

## Topographie (fichier Fic037)

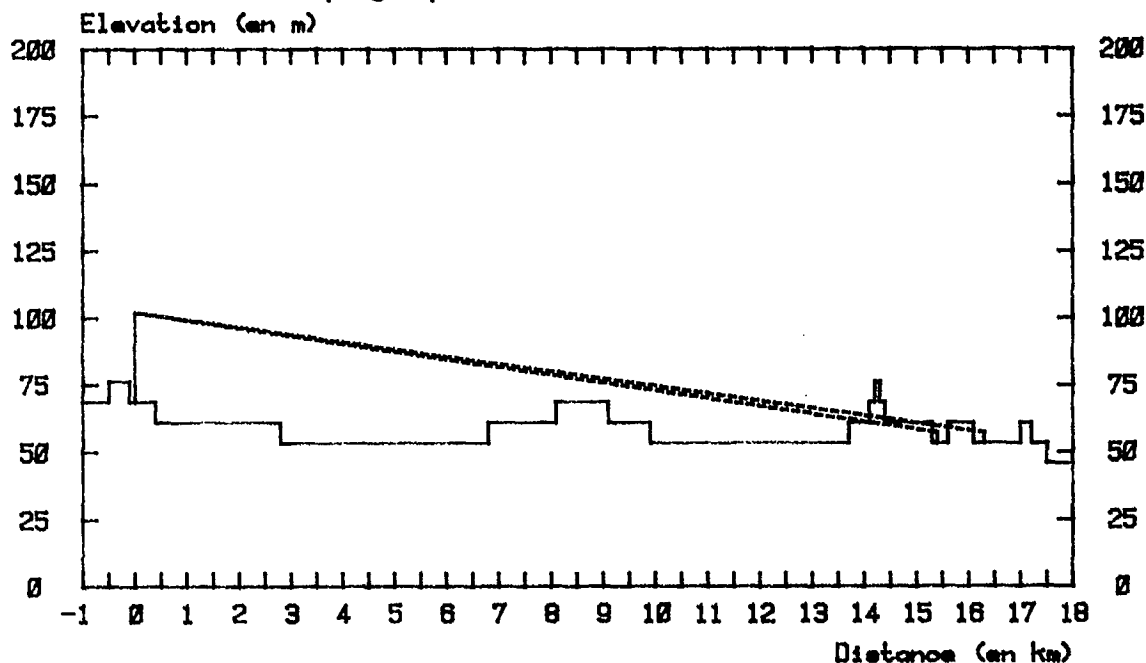


FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic038
Nombre d'enregistrements:	15
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Eddy/St-Rédempteur
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	15.4 km
Distance maximale du transmetteur:	16.3 km
Longueur du parcours:	1131.15 m
Durée:	2 min 30 s 190 ms
Niveau reçu moyen:	-102.46 dBm
Pertes:	151.46 dB
Variance:	33.77 dB
Ecart-type:	5.81 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: 1- Milieu urbain de densité faible.  
2- Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

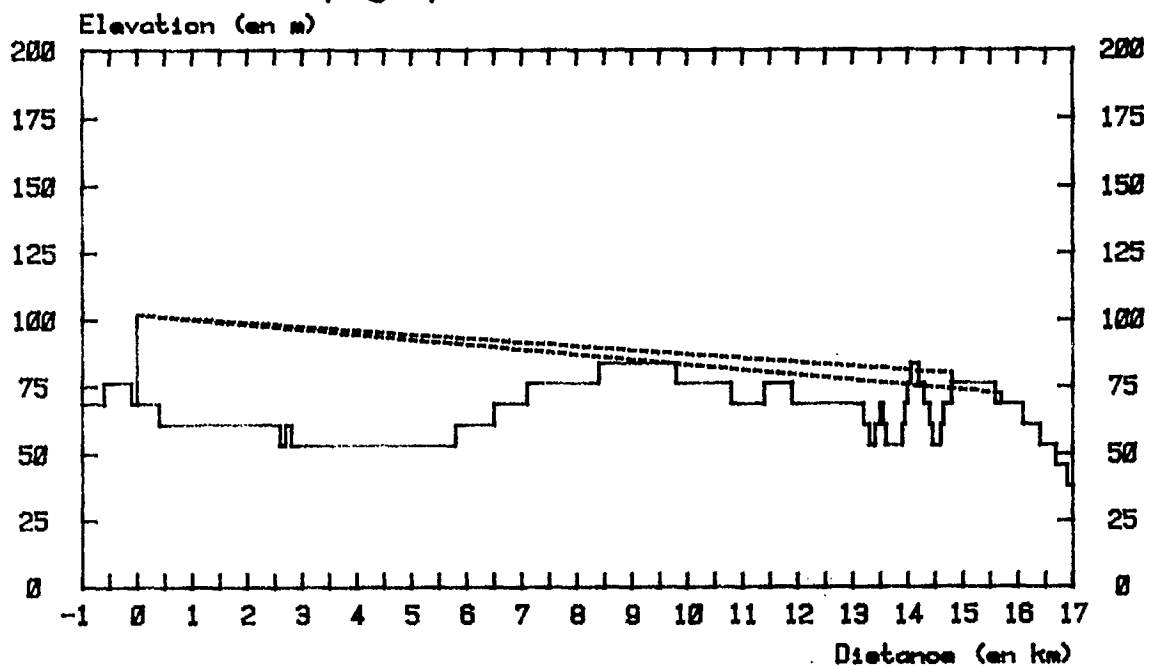
Topographie (fichier Fic038)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic039
Nombre d'enregistrements:	14
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Montclair
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	14.8 km
Distance maximale du transmetteur:	15.7 km
Longueur du parcours:	1052.15 m
Durée:	2 min 18 s 670 ms
Niveau reçu moyen:	-108.72 dBm
Pertes:	157.72 dB
Variance:	29.50 dB
Ecart-type:	5.43 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: 1- Milieu urbain de densité faible.  
2- Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

*Topographie (fichier Fic039)*

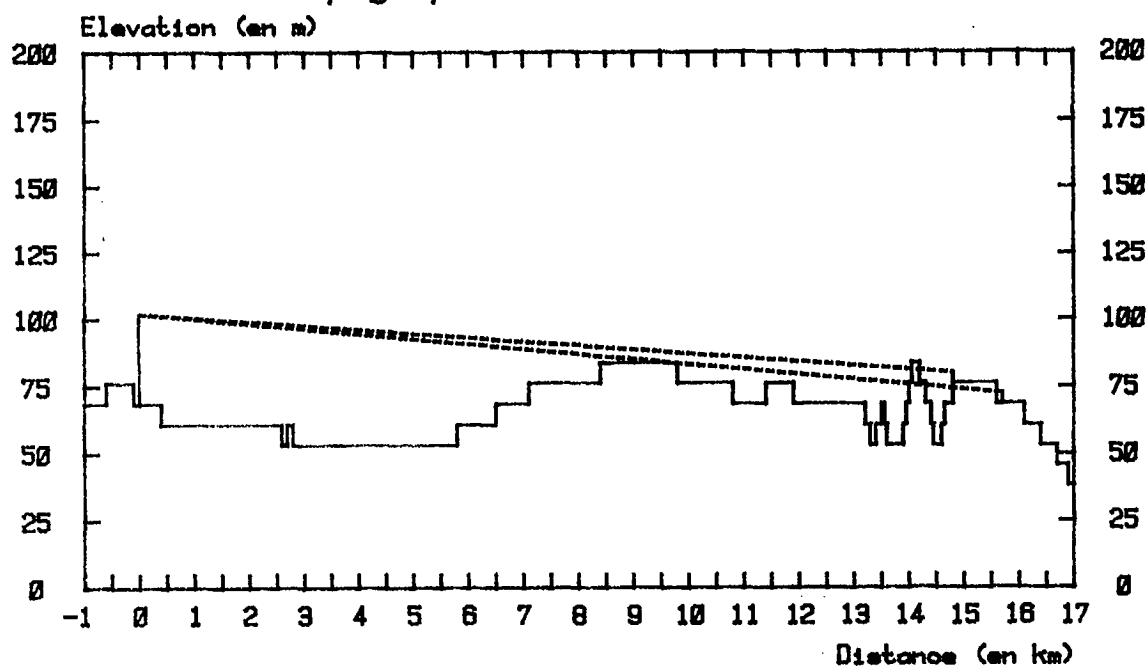
FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic040
Nombre d'enregistrements:	12
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Montclair
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	14.8 km
Distance maximale du transmetteur:	15.7 km
Longueur du parcours:	831.45 m
Durée:	1 min 53 s 810 ms
Niveau reçu moyen:	-107.64 dBm
Pertes:	156.64 dB
Variance:	25.81 dB
Ecart-type:	5.08 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: 1- Milieu urbain de densité faible.

2- Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

Topographie (fichier Fic040)



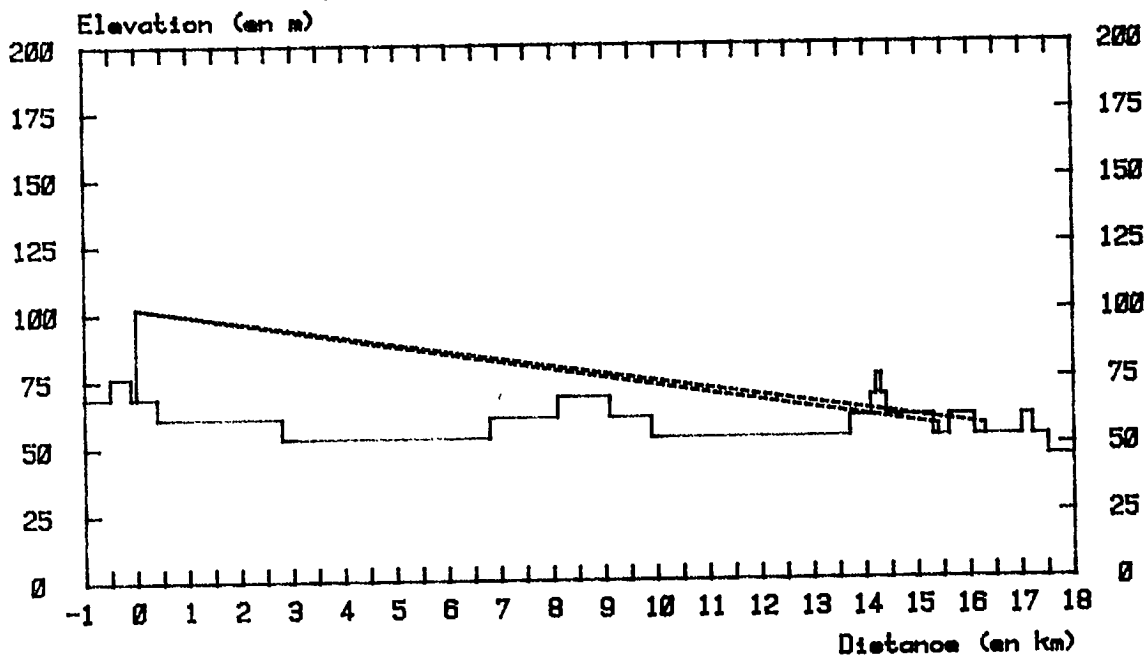


FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic041
Nombre d'enregistrements:	16
Date:	25 Août 1983
Localisation:	St-Rédempteur
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	15.4 km
Distance maximale du transmetteur:	16.3 km
Longueur du parcours:	1156.65 m
Durée:	2 min 39 s 360 ms
Niveau reçu moyen:	-102.86 dBm
Pertes:	151.86 dB
Variance:	26.01 dB
Ecart-type:	5.10 dB
Type du milieu:	urbain

Remarques: 1- Milieu urbain de densité faible.  
2- Trajet au-dessus de la rivière Outaouais.

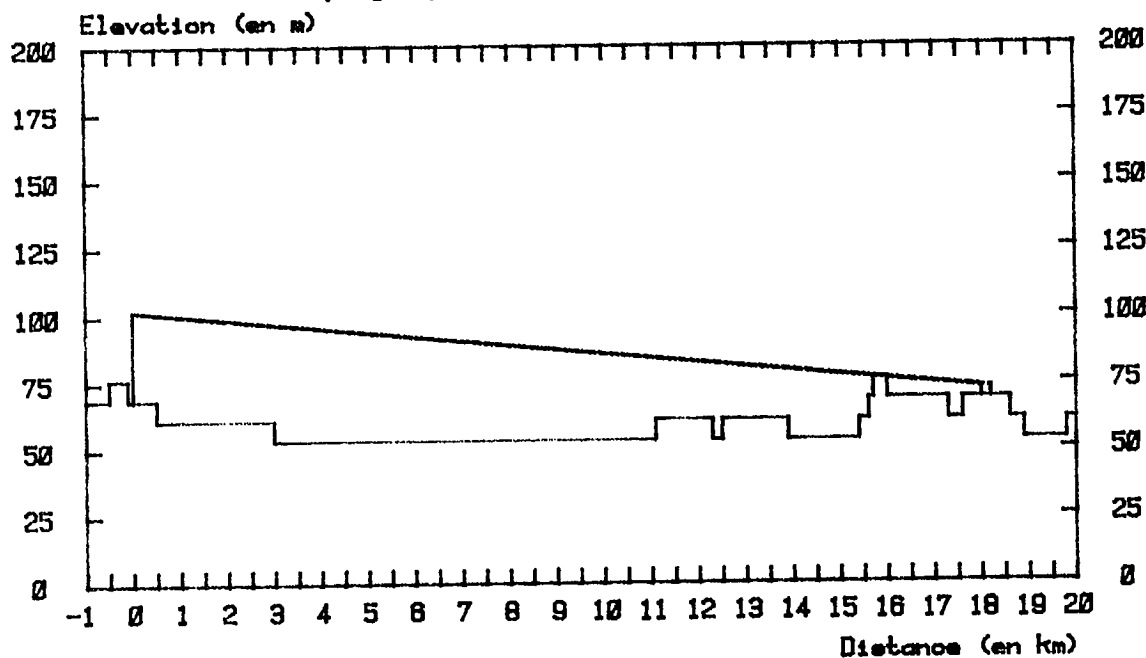
## Topographie (fichier Fic041)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic042
Nombre d'enregistrements:	34
Date:	25 Août 1983
Localisation:	King Edward
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	18.0 km
Distance maximale du transmetteur:	18.2 km
Longueur du parcours:	1824.60 m
Durée:	5 min 45 s 950 ms
Niveau reçu moyen:	-112.71 dBm
Pertes:	161.71 dB
Variance:	34.65 dB
Ecart-type:	5.89 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

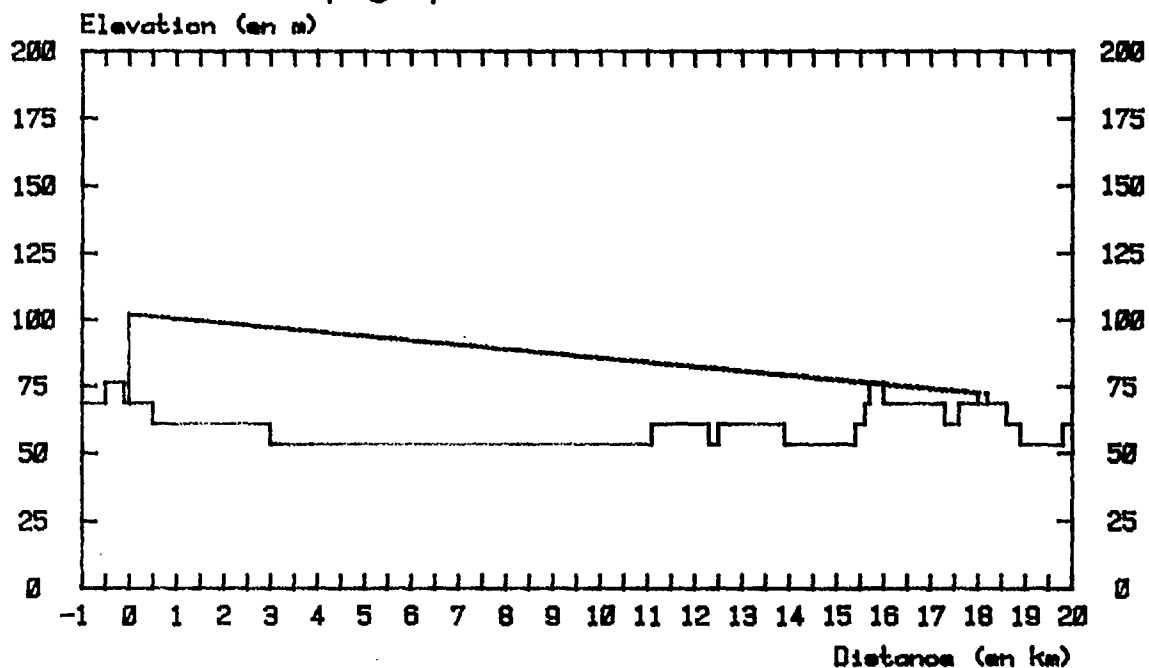
Topographie (fichier Fic042)



FEUILLE DE DONNEES

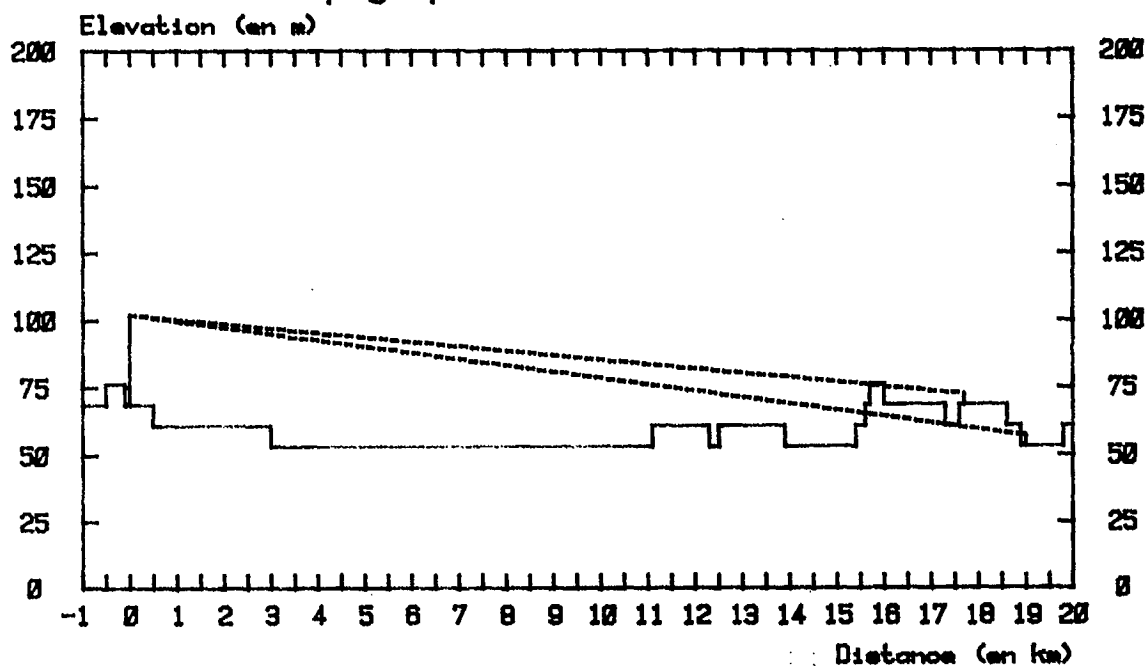
Fichier:	Fic043
Nombre d'enregistrements:	20
Date:	25 Août 1983
Localisation:	King Edward
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	18.0 km
Distance maximale du transmetteur:	18.2 km
Longueur du parcours:	1399.40 m
Durée:	3 min 19 s 000 ms
Niveau reçu moyen:	-113.77 dBm
Pertes:	162.77 dB
Variance:	43.79 dB
Ecart-type:	6.62 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

Topographie (fichier Fic043)



FEUILLE DE DONNEES

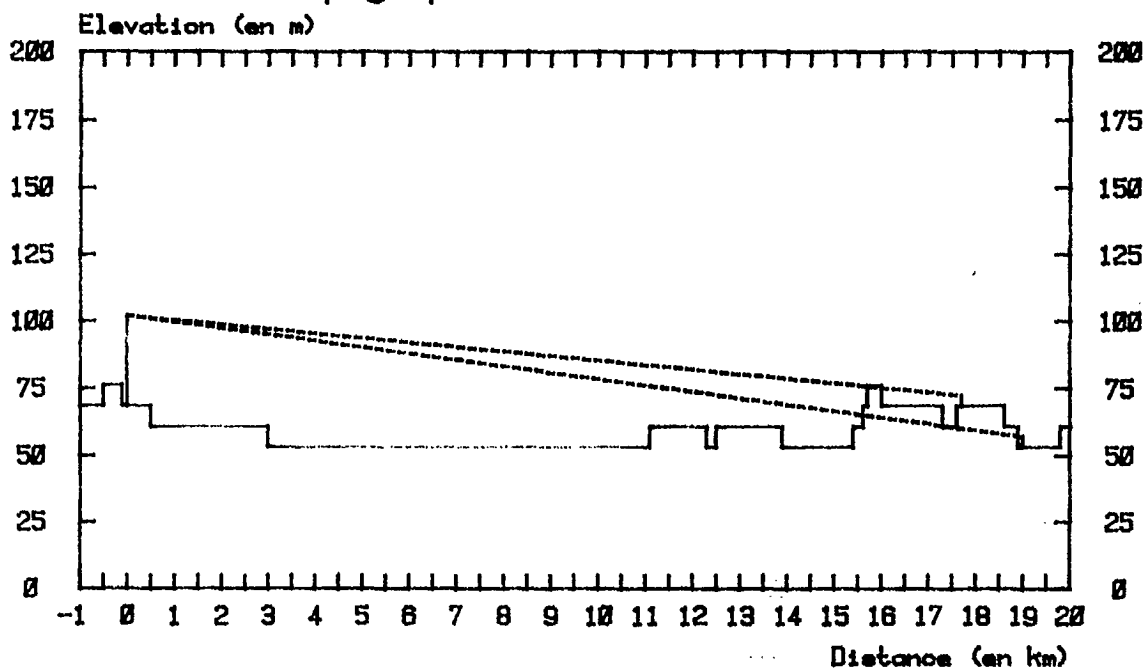
Fichier:	Fic044
Nombre d'enregistrements:	17
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Laurier
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	17.7 km
Distance maximale du transmetteur:	19.0 km
Longueur du parcours:	1233.35 m
Durée:	2 min 44 s 860 ms
Niveau reçu moyen:	-108.73 dBm
Pertes:	157.73 dB
Variance:	40.37 dB
Ecart-type:	6.35 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

*Topographie (fichier Fic044)*

FEUILLE DE DONNEES

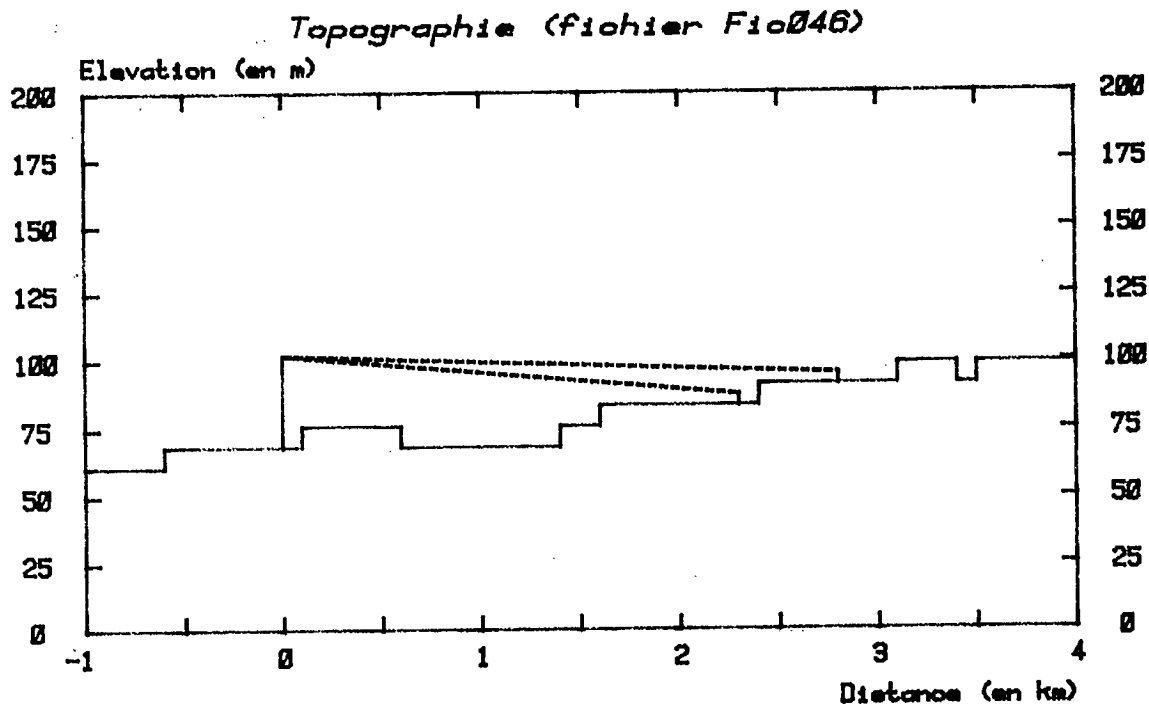
Fichier:	Fic045
Nombre d'enregistrements:	15
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Laurier
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	17.7 km
Distance maximale du transmetteur:	19.0 km
Longueur du parcours:	1131.00 m
Durée:	2 min 24 s 800 ms
Niveau reçu moyen:	-107.95 dBm
Pertes:	156.95 dB
Variance:	24.99 dB
Ecart-type:	5.00 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

## Topographie (fichier Fic045)



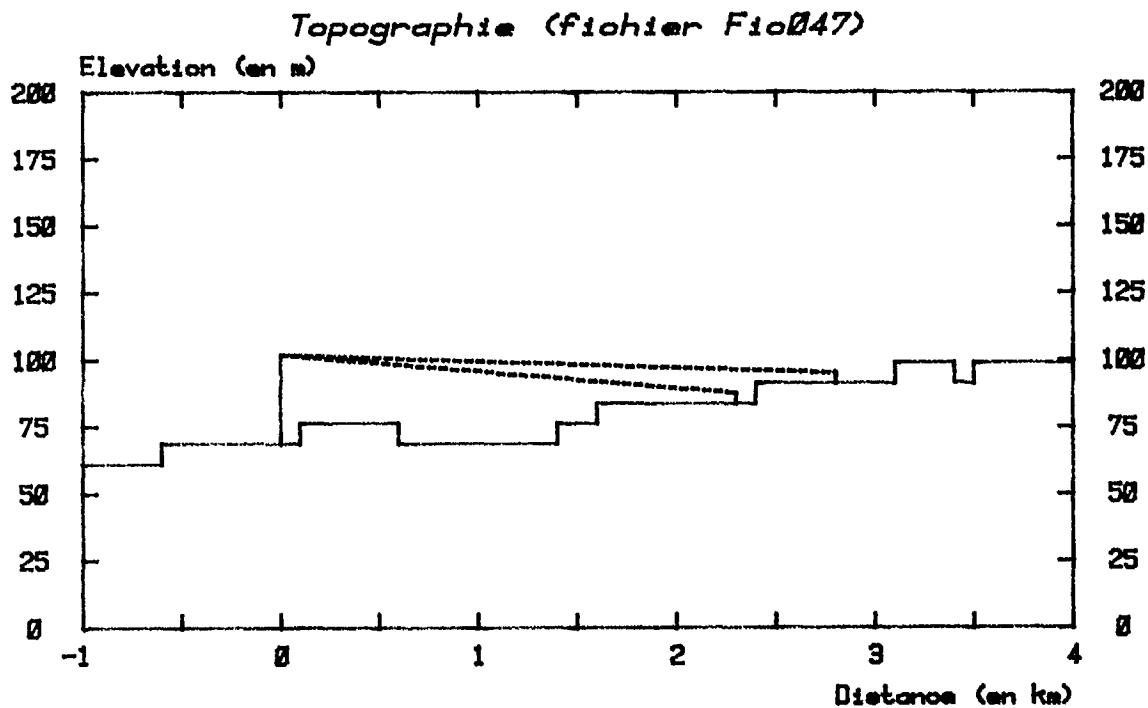
FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic046
Nombre d'enregistrements:	27
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Beaverbrook/Varley
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	2.3 km
Distance maximale du transmetteur:	2.8 km
Longueur du parcours:	539.45 m
Durée:	4 min 28 s 810 ms
Niveau reçu moyen:	-70.72 dBm
Pertes:	119.72 dB
Variance:	51.54 dB
Ecart-type:	7.18 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Milieu suburbain quasi-ouvert.



FEUILLE DE DONNEES

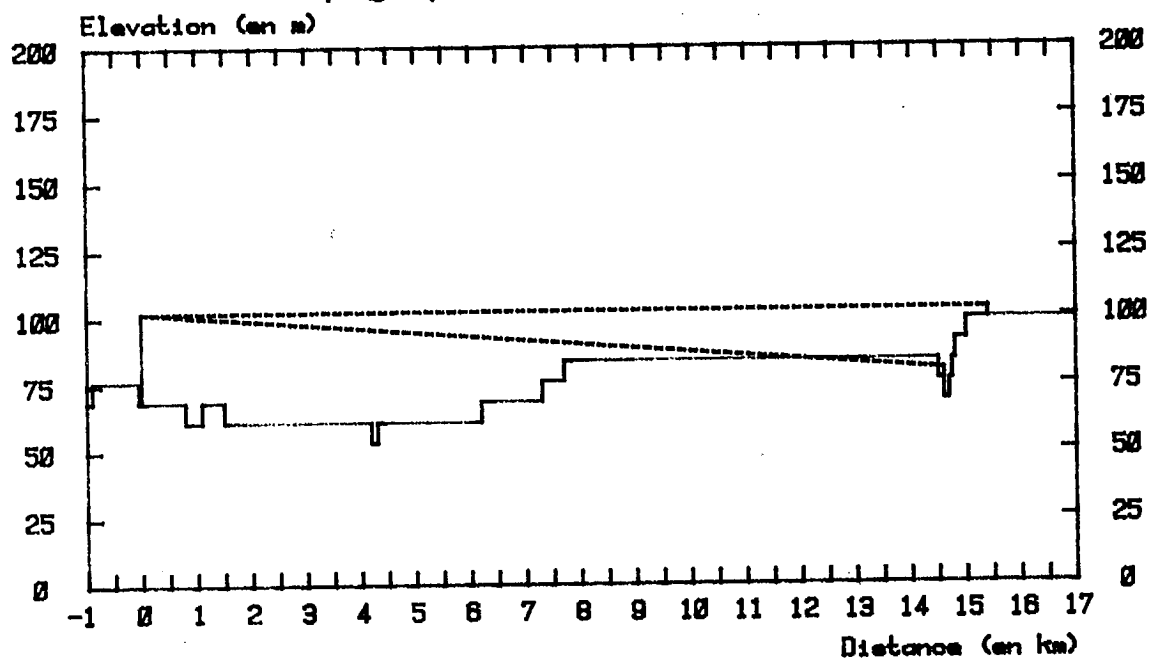
Fichier:	Fic047
Nombre d'enregistrements:	25
Date:	25 Août 1983
Localisation:	Varley/Beaverbrook
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	2.3 km
Distance maximale du transmetteur:	2.8 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	non-disponible
Niveau reçu moyen:	non-disponible
Pertes:	non-disponible
Variance:	non-disponible
Ecart-type:	non-disponible
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Milieu suburbain quasi-ouvert.	



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic048
Nombre d'enregistrements:	29
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Riverside drive
Direction:	Nord-Sud
Distance minimale du transmetteur:	14.6 km
Distance maximale du transmetteur:	15.4 km
Longueur du parcours:	4272.40 m
Durée:	4 min 52 s 550 ms
Niveau reçu moyen:	-95.26 dBm
Pertes:	144.26 dB
Variance:	63.50 dB
Ecart-type:	7.97 dB
Type du milieu:	ouvert
Remarques:	

Topographie (fichier Fic048)

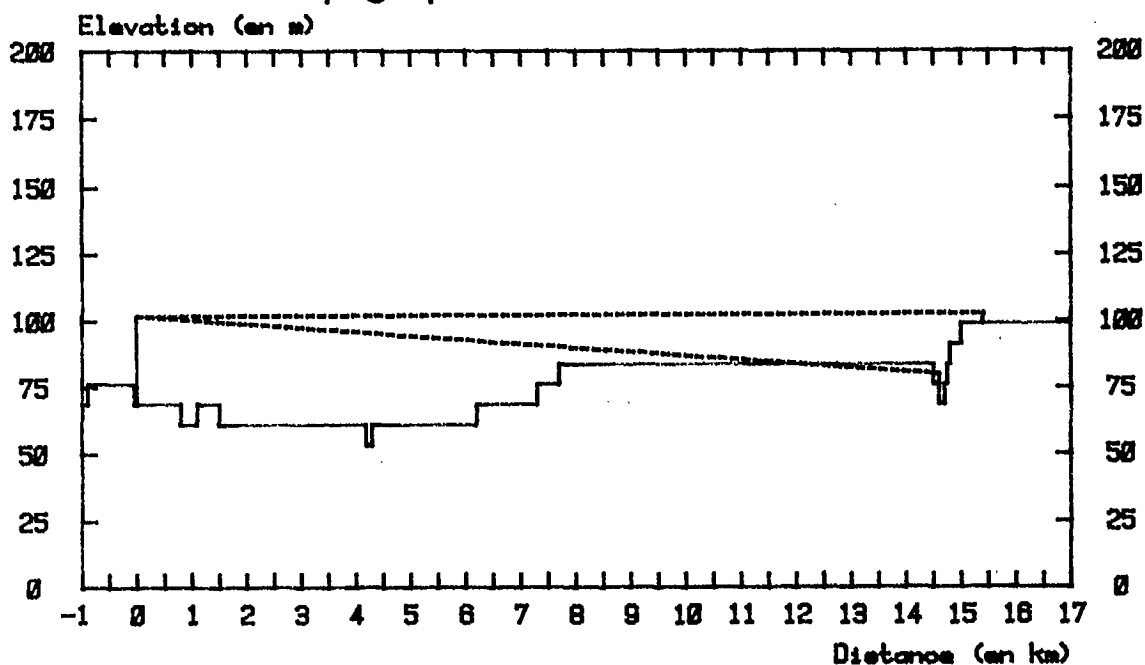




FEUILLE DE DONNEES

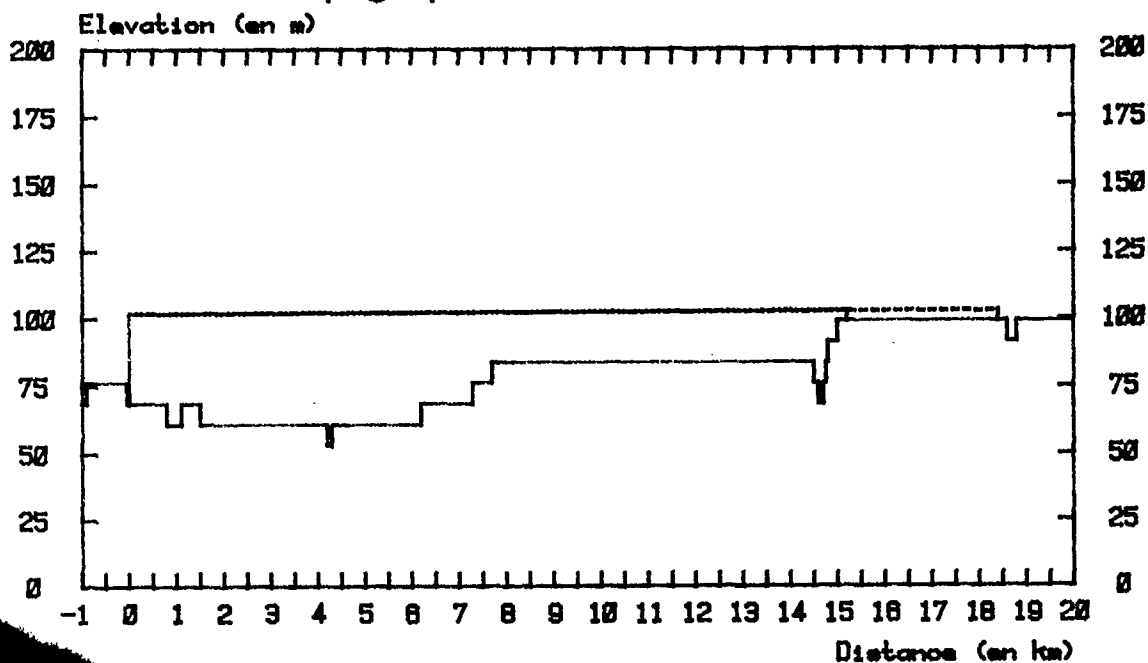
Fichier:	Fic049
Nombre d'enregistrements:	25
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Riverside drive
Direction:	Sud-Nord
Distance minimale du transmetteur:	14.6 km
Distance maximale du transmetteur:	15.4 km
Longueur du parcours:	4245.45 m
Durée:	4 min 03 s 590 ms
Niveau reçu moyen:	-95.86 dBm
Pertes:	144.86 dB
Variance:	61.12 dB
Ecart-type:	7.82 dB
Type du milieu:	ouvert
Remarques:	

## Topographie (fichier Fic049)



FEUILLE DE DONNEES

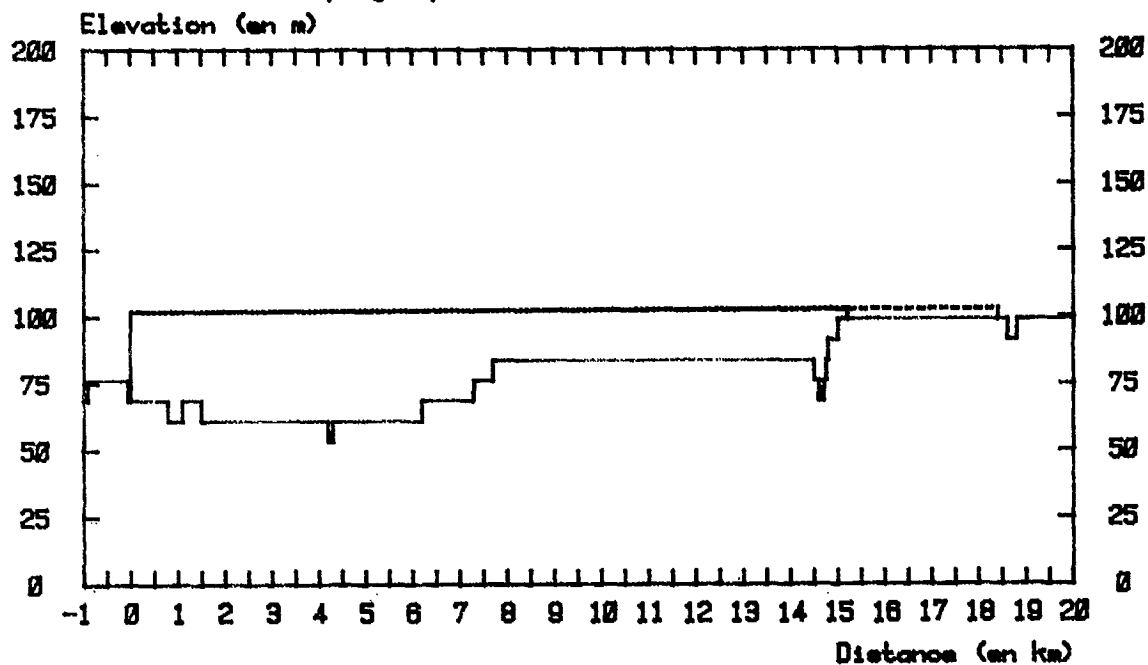
Fichier:	Fic050
Nombre d'enregistrements:	29
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Hunt club road
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	15.2 km
Distance maximale du transmetteur:	18.4 km
Longueur du parcours:	4109.35 m
Durée:	4 min 52 s 280 ms
Niveau reçu moyen:	-104.40 dBm
Pertes:	153.40 dB
Variance:	45.34 dB
Ecart-type:	6.73 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	Milieu suburbain quasi-ouvert.

*Topographie (fichier Fic050)*

FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic051
Nombre d'enregistrements:	30
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Hunt club road
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	15.2 km
Distance maximale du transmetteur:	18.4 km
Longueur du parcours:	4148.40 m
Durée:	4 min 57 s 250 ms
Niveau reçu moyen:	-105.63 dBm
Pertes:	154.63 dB
Variance:	46.31 dB
Ecart-type:	6.81 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques: Milieu suburbain quasi-ouvert.	

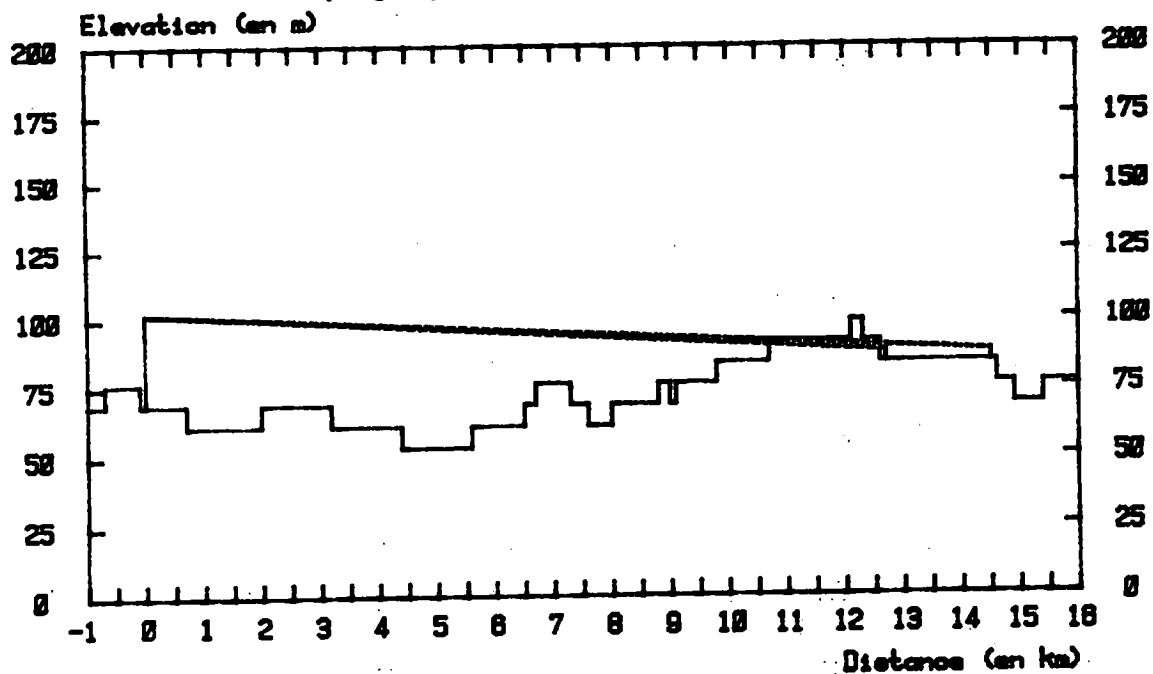
Topographie (fichier Fic051)



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic052
Nombre d'enregistrements:	52
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Dynes/Deer Park/Inverness/Normandy
Direction:	Est-Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	12.7 km
Distance maximale du transmetteur:	14.5 km
Longueur du parcours:	4044.20 m
Durée:	6 min 47 s 430 ms
Niveau reçu moyen:	-106.60 dBm
Pertes:	155.60 dB
Variance:	35.78 dB
Ecart-type:	5.98 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	

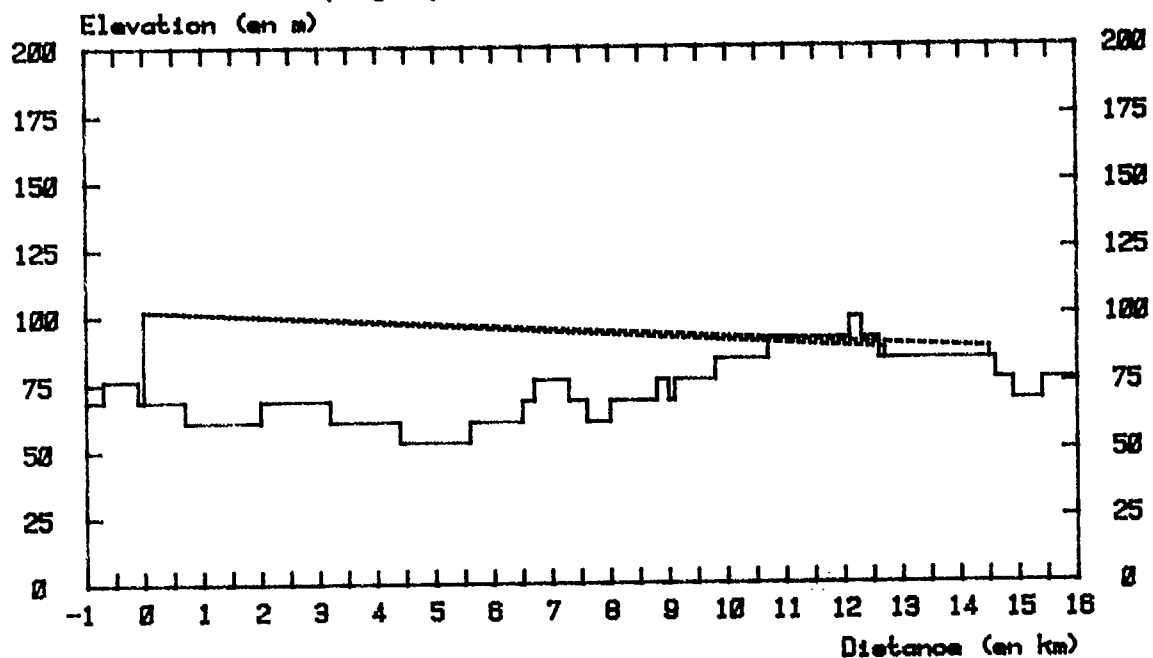
Topographie (fichier Fic052)



FEUILLE DE DONNEES

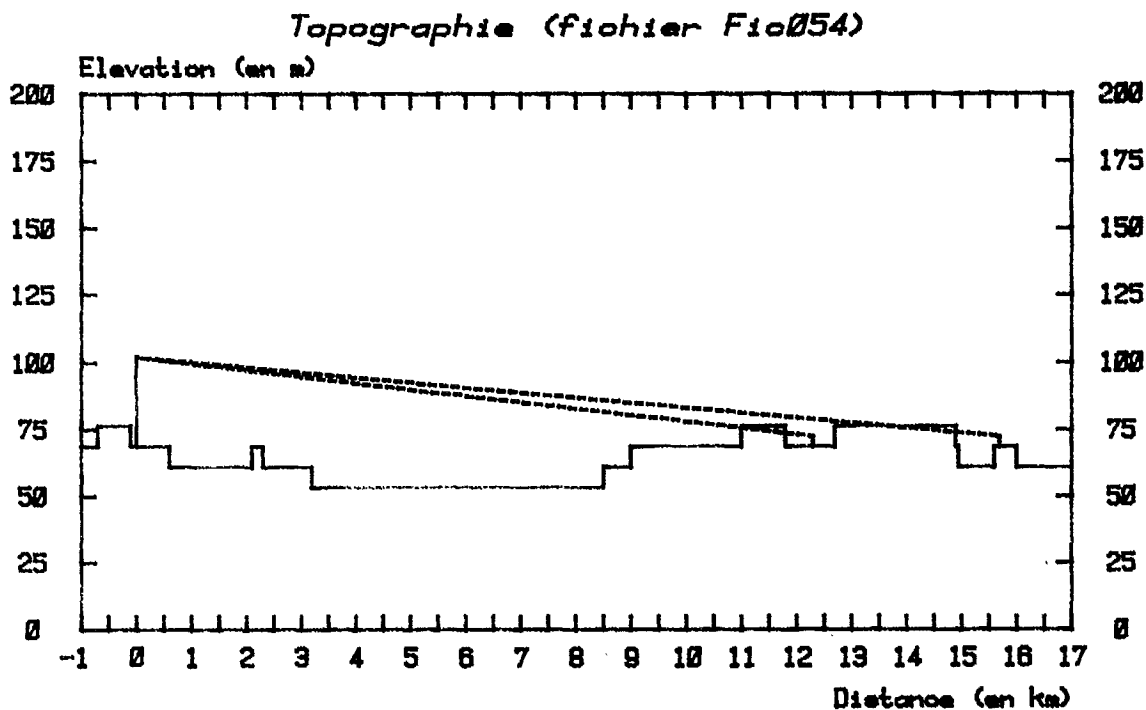
Fichier:	Fic053
Nombre d'enregistrements:	51
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Falaise/Inverness/Deer Parc/Dynes
Direction:	Est-Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	12.7 km
Distance maximale du transmetteur:	14.5 km
Longueur du parcours:	4206.45 m
Durée:	6 min 33 s 530 ms
Niveau reçu moyen:	-106.56 dBm
Pertes:	155.56 dB
Variance:	38.82 dB
Ecart-type:	6.23 dB
Type du milieu:	suburbain
Remarques:	

Topographie (fichier Fic053)



FEUILLE DE DONNEES

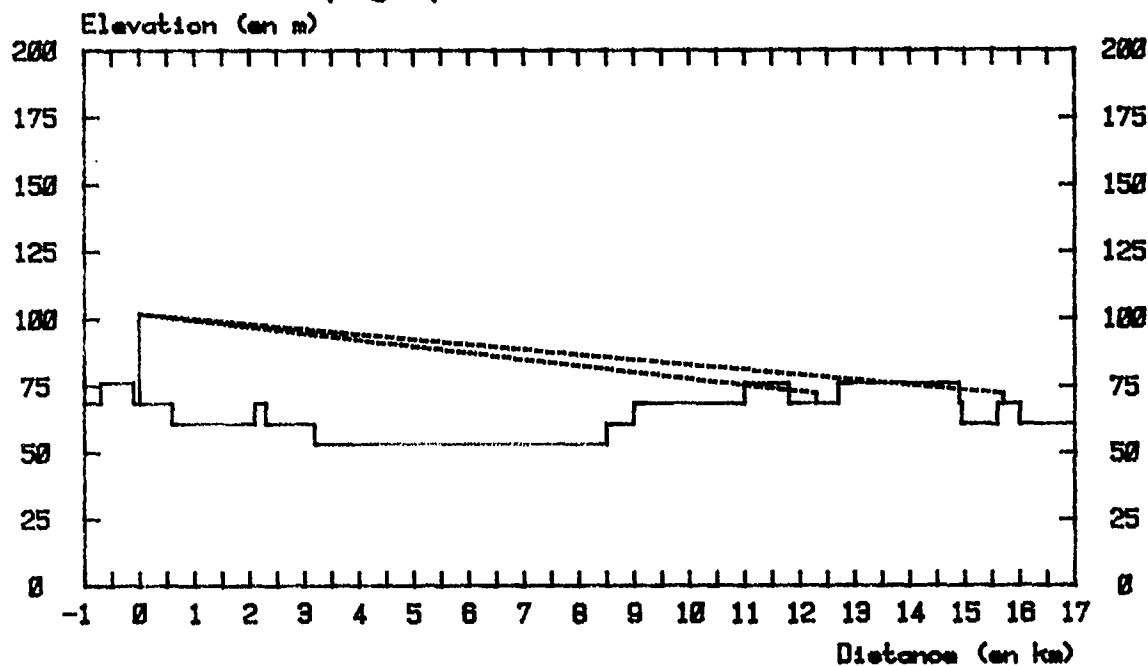
Fichier:	Fic054
Nombre d'enregistrements:	28
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Carling Est
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	12.3 km
Distance maximale du transmetteur:	15.7 km
Longueur du parcours:	2866.80 m
Durée:	4 min 36 s 540 ms
Niveau reçu moyen:	-100.61 dBm
Pertes:	149.61 dB
Variance:	63.00 dB
Ecart-type:	7.94 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques:	Milieu urbain de densité moyenne.



FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic055
Nombre d'enregistrements:	37
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Carling Est
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	12.3 km
Distance maximale du transmetteur:	15.7 km
Longueur du parcours:	3379.35 m
Durée:	6 min 09 s 700 ms
Niveau reçu moyen:	-101.01 dBm
Pertes:	150.01 dB
Variance:	52.24 dB
Ecart-type:	7.23 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité moyenne.	

Topographie (fichier Fic055)

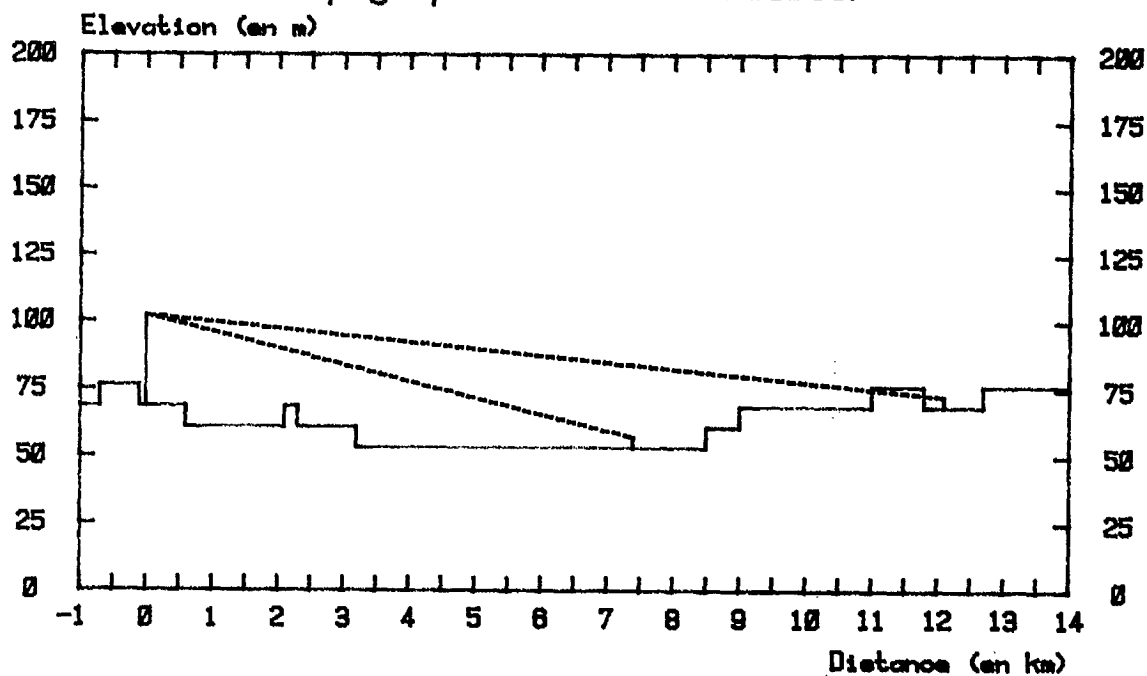


FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic056
Nombre d'enregistrements:	45
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Carling Ouest
Direction:	Est-Ouest
Distance minimale du transmetteur:	7.4 km
Distance maximale du transmetteur:	12.1 km
Longueur du parcours:	non-disponible
Durée:	non-disponible
Niveau reçu moyen:	non-disponible
Pertes:	non-disponible
Variance:	non-disponible
Écart-type:	non-disponible
Type du milieu:	urbain

Remarques: 1- Milieu urbain de densité faible.  
2- Fin de fichier non enregistré.

Topographie (fichier Fic056)

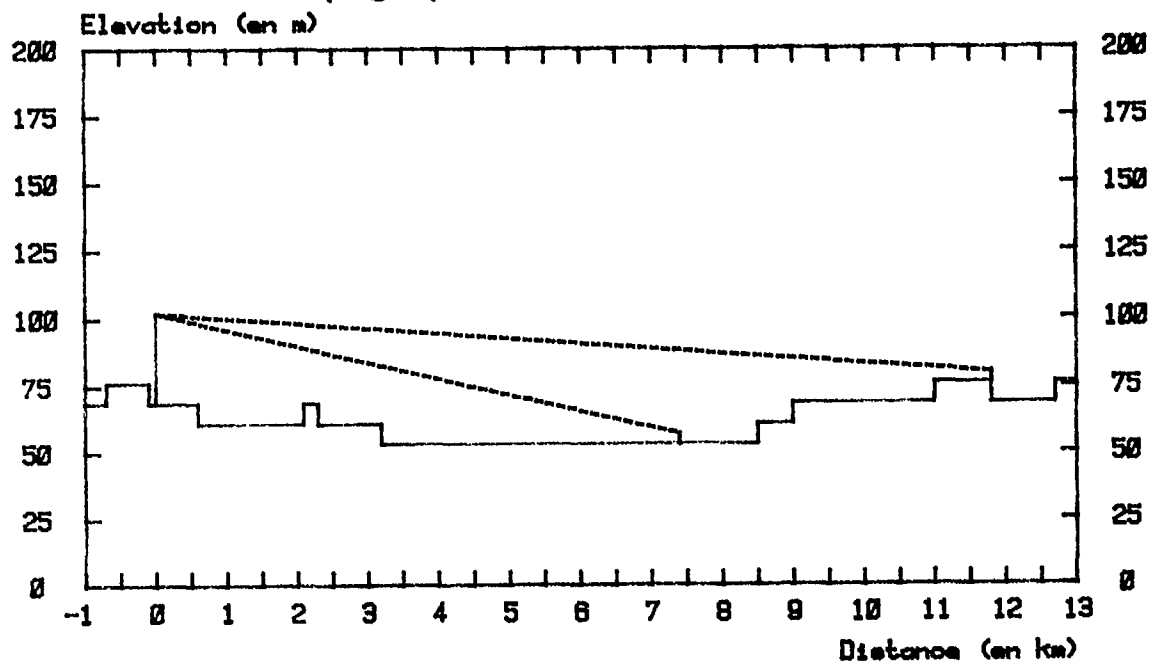




FEUILLE DE DONNEES

Fichier:	Fic057
Nombre d'enregistrements:	38
Date:	26 Août 1983
Localisation:	Carling Ouest
Direction:	Ouest-Est
Distance minimale du transmetteur:	7.4 km
Distance maximale du transmetteur:	11.8 km
Longueur du parcours:	1217.95 m
Durée:	6 min 27 s 220 ms
Niveau reçu moyen:	-92.88 dBm
Pertes:	141.88 dB
Variance:	78.09 dB
Ecart-type:	8.84 dB
Type du milieu:	urbain
Remarques: Milieu urbain de densité faible.	

Topographie (fichier Fic057)

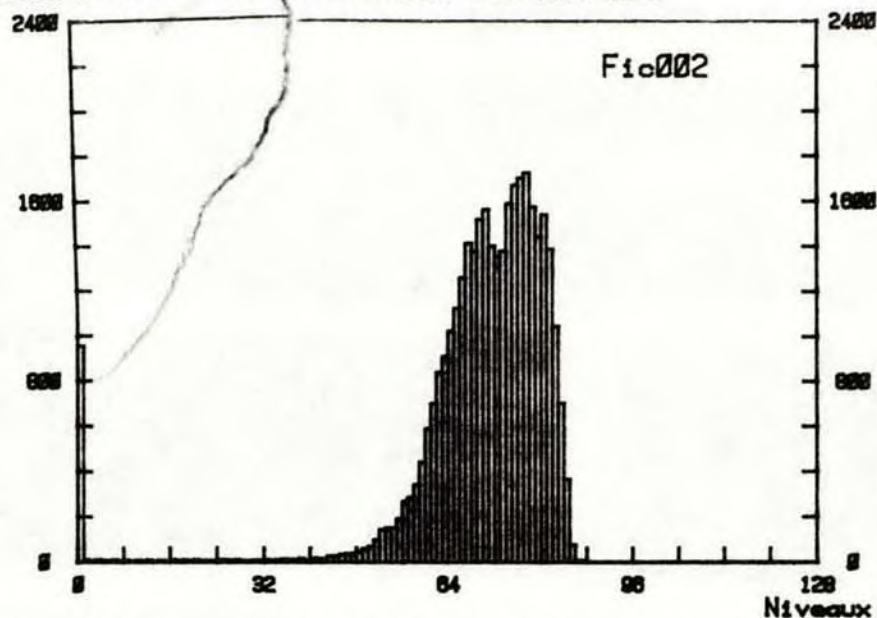


ANNEXE B

Distribution des échantillons  
de l'amplitude instantanée  
pour chacun des enregistrements

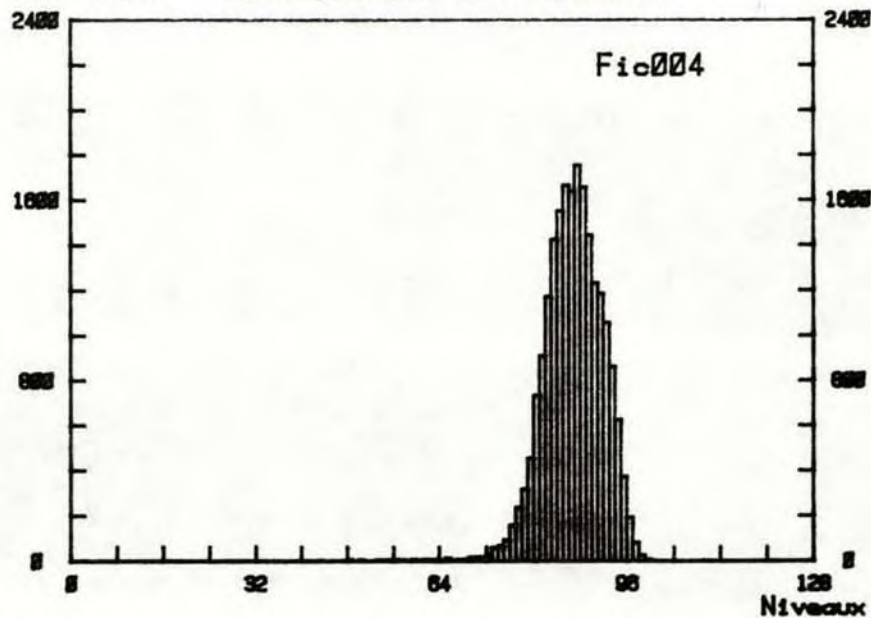
Echantillons

*Distribution des niveaux*



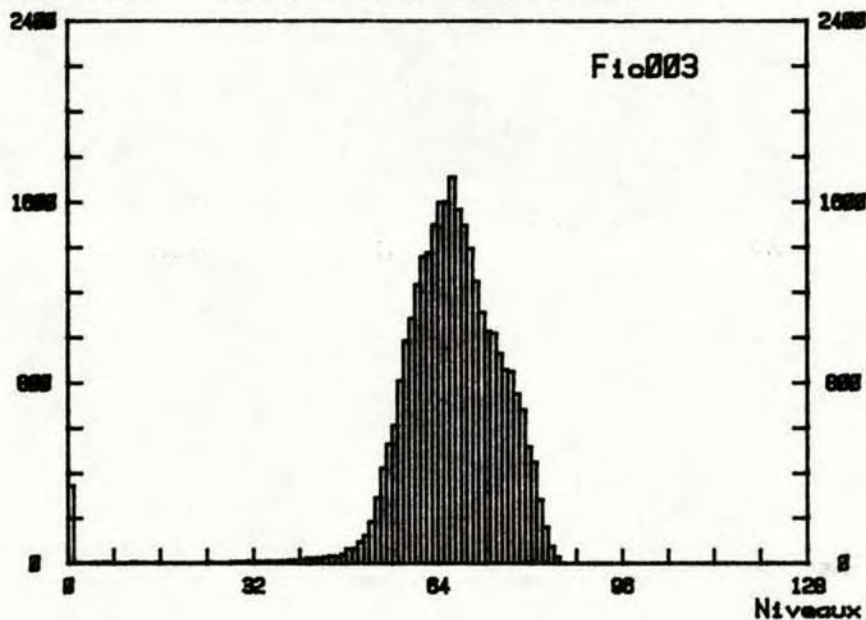
Echantillons

*Distribution des niveaux*



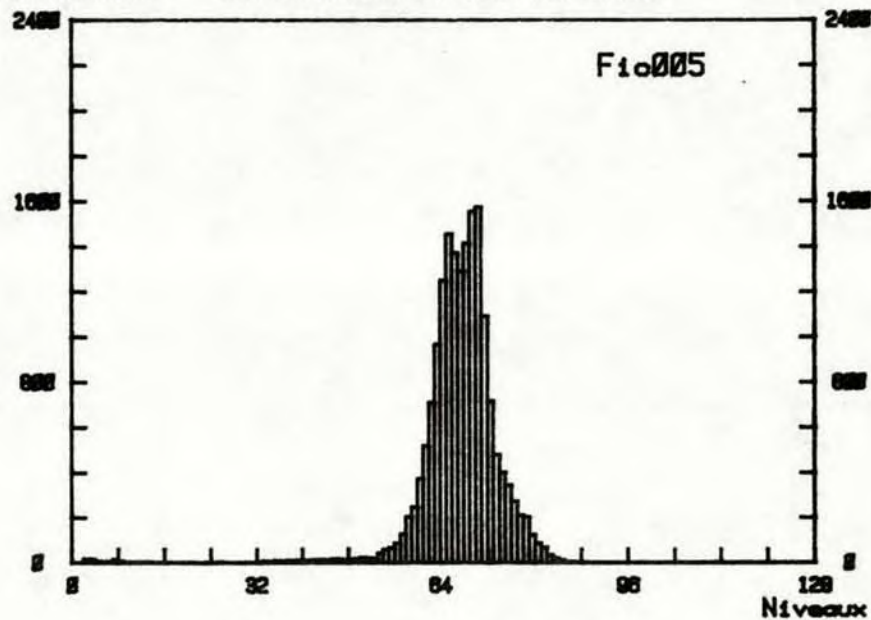
Echantillons

*Distribution des niveaux*

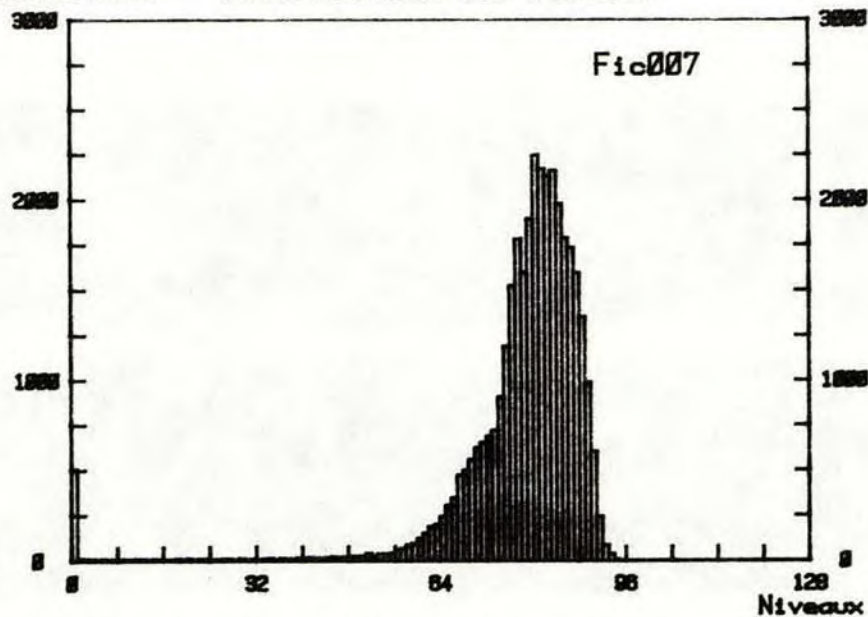


Echantillons

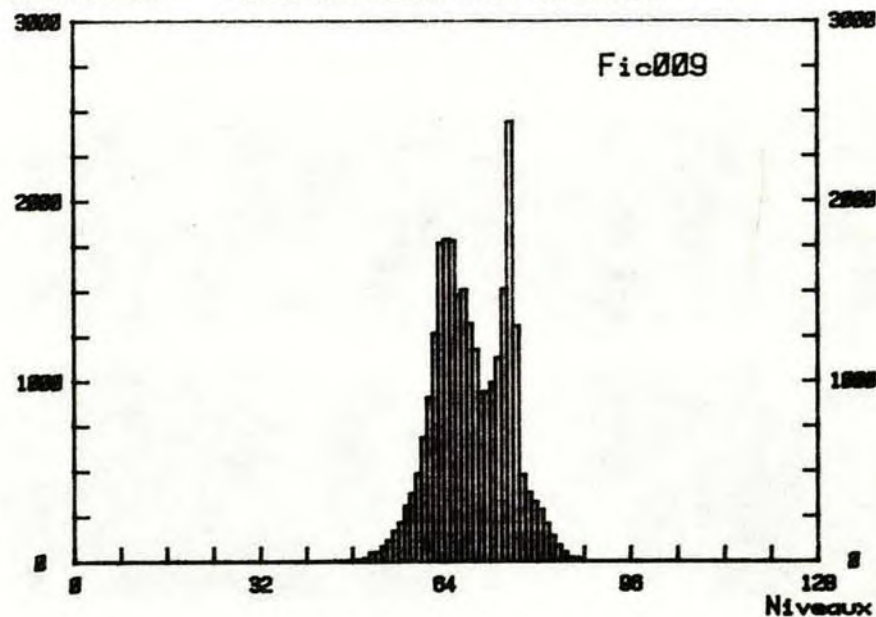
*Distribution des niveaux*



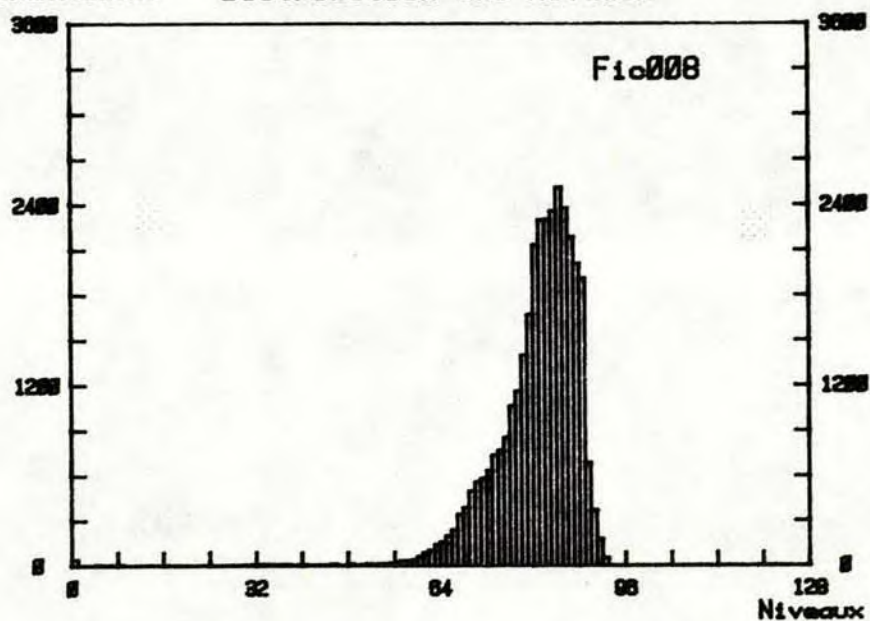
Echantillons *Distribution des niveaux*



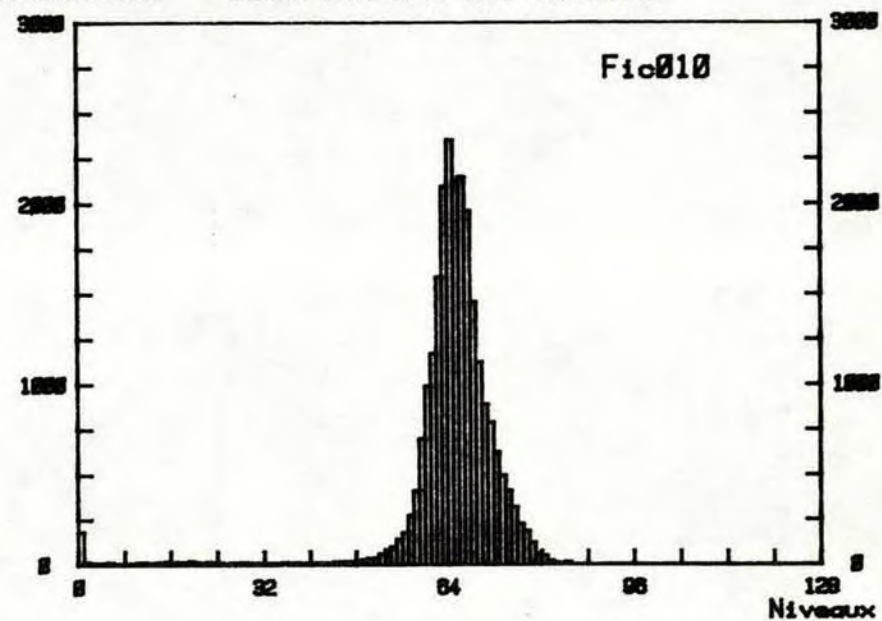
Echantillons *Distribution des niveaux*



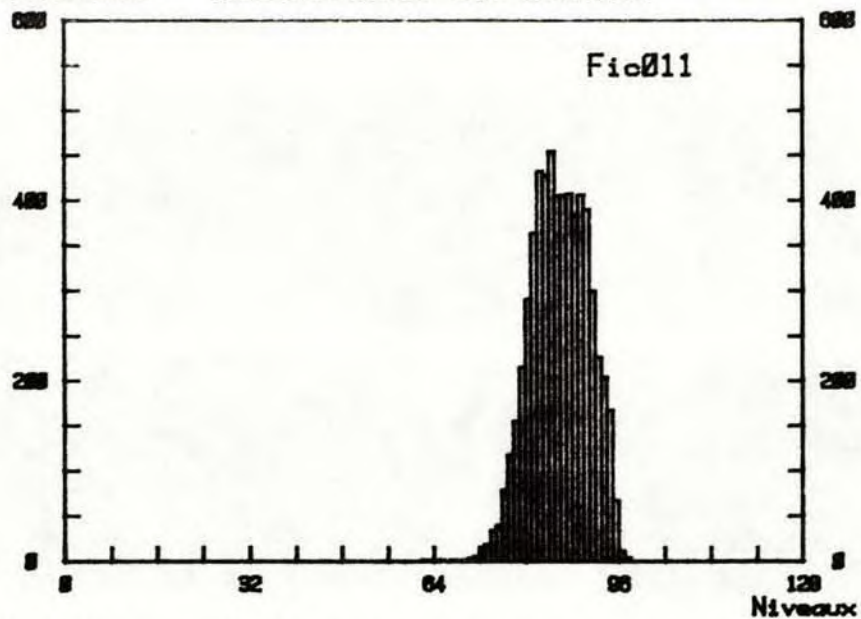
Echantillons *Distribution des niveaux*



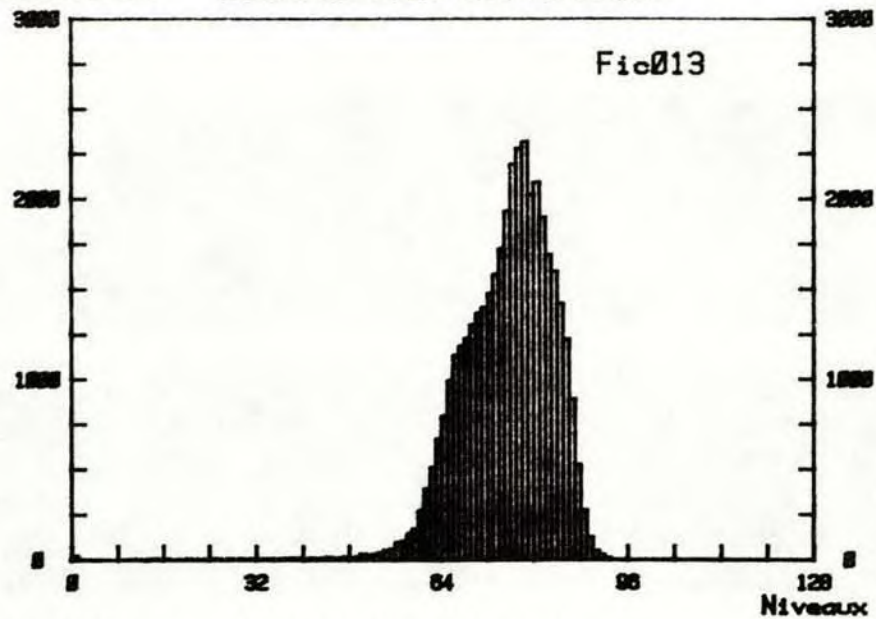
Echantillons *Distribution des niveaux*



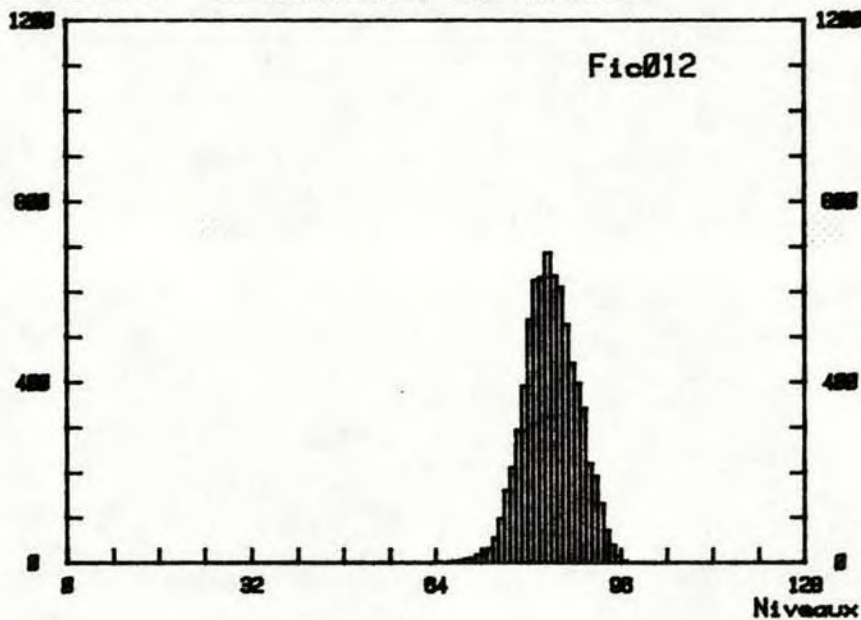
Echantillons *Distribution des niveaux*



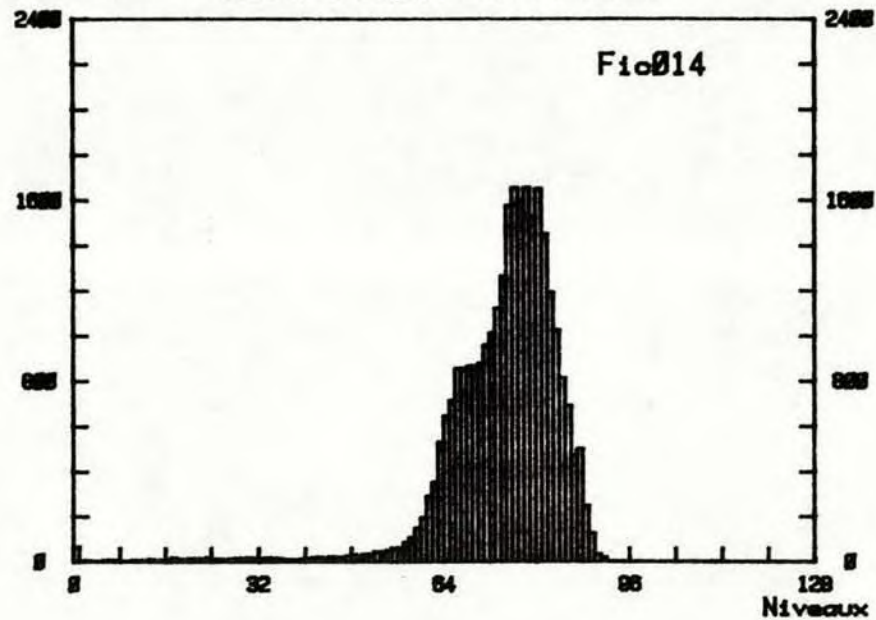
Echantillons *Distribution des niveaux*

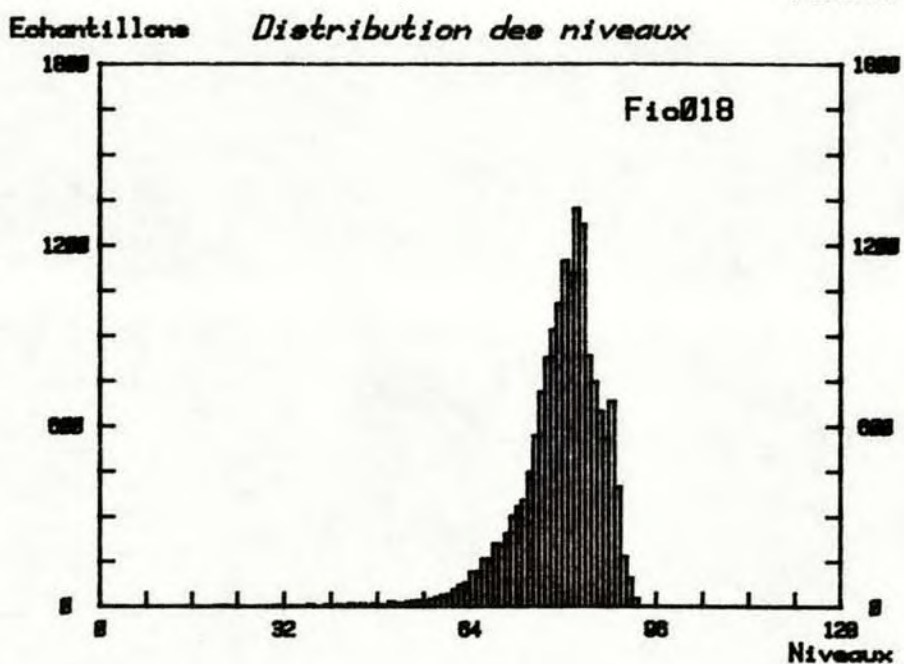
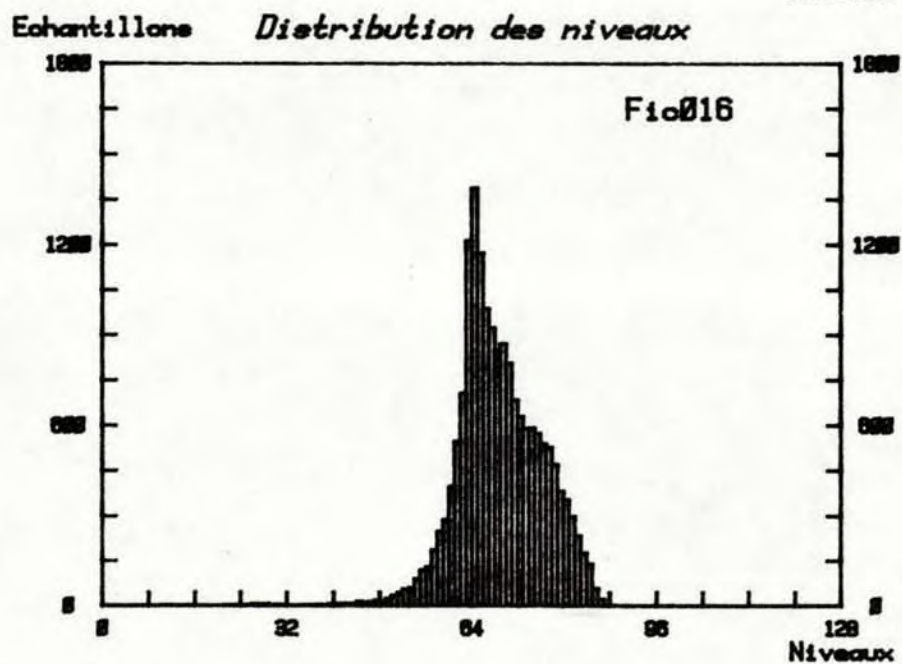
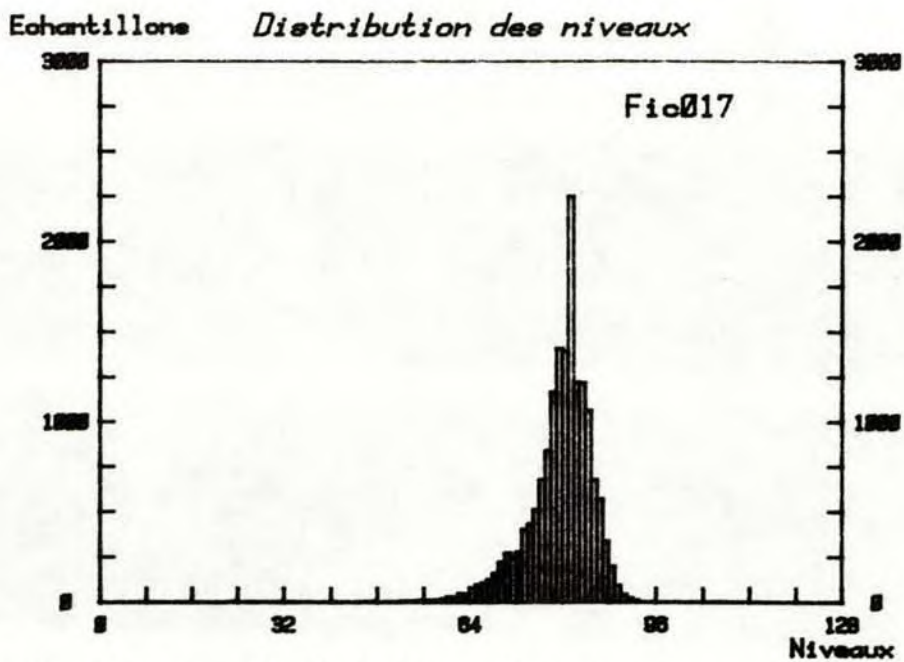
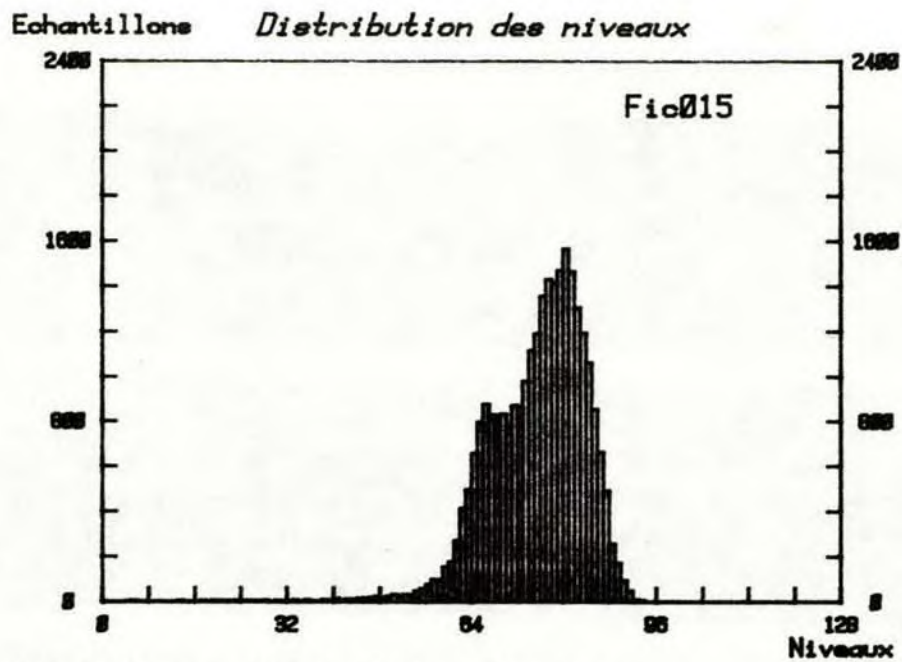


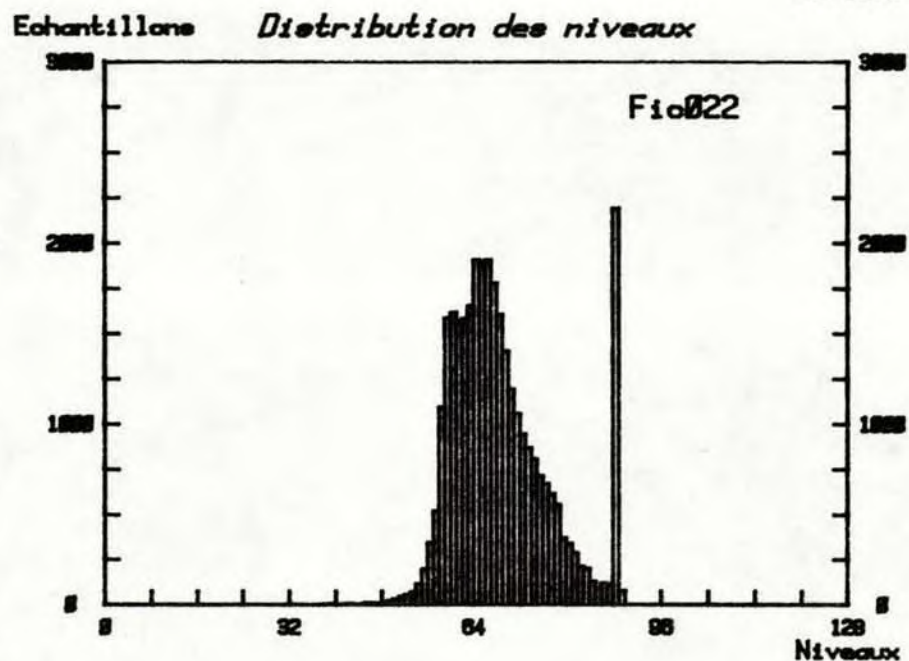
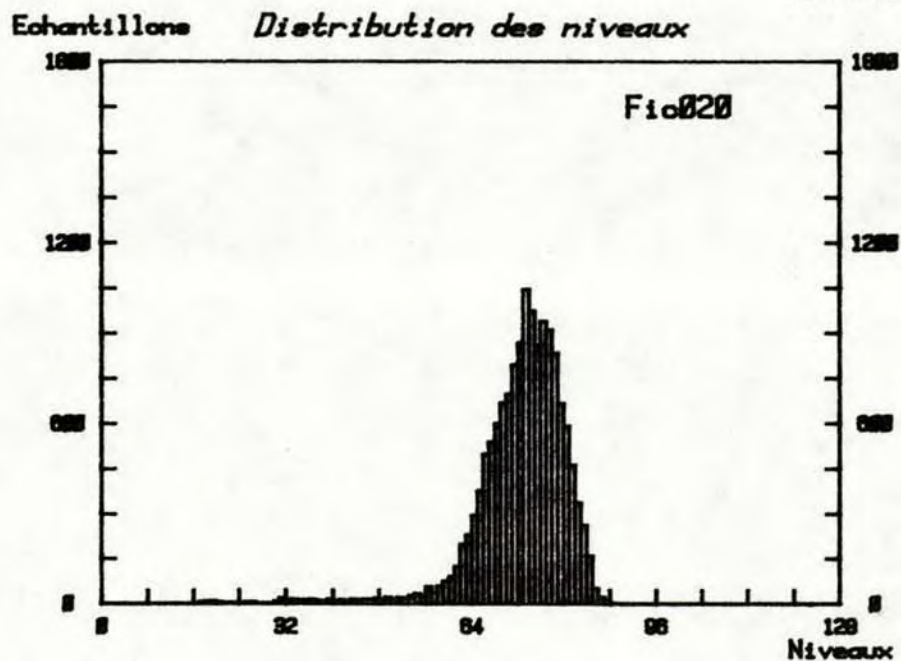
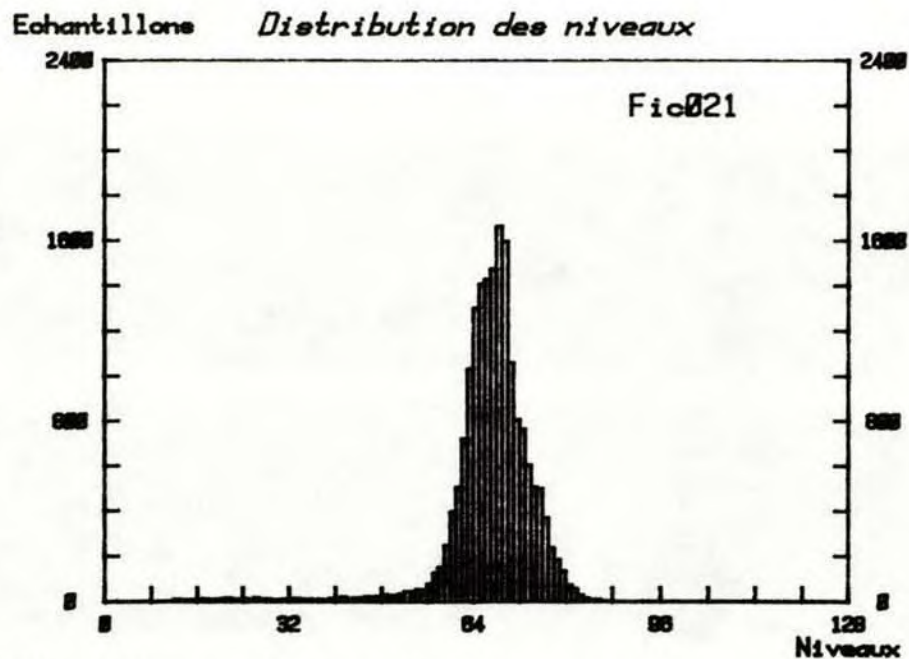
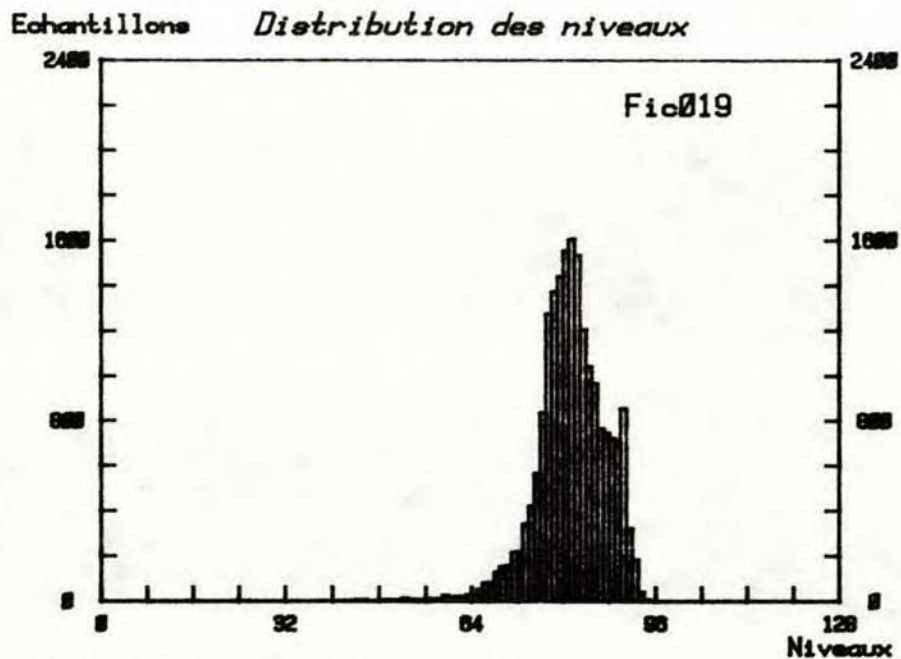
Echantillons *Distribution des niveaux*

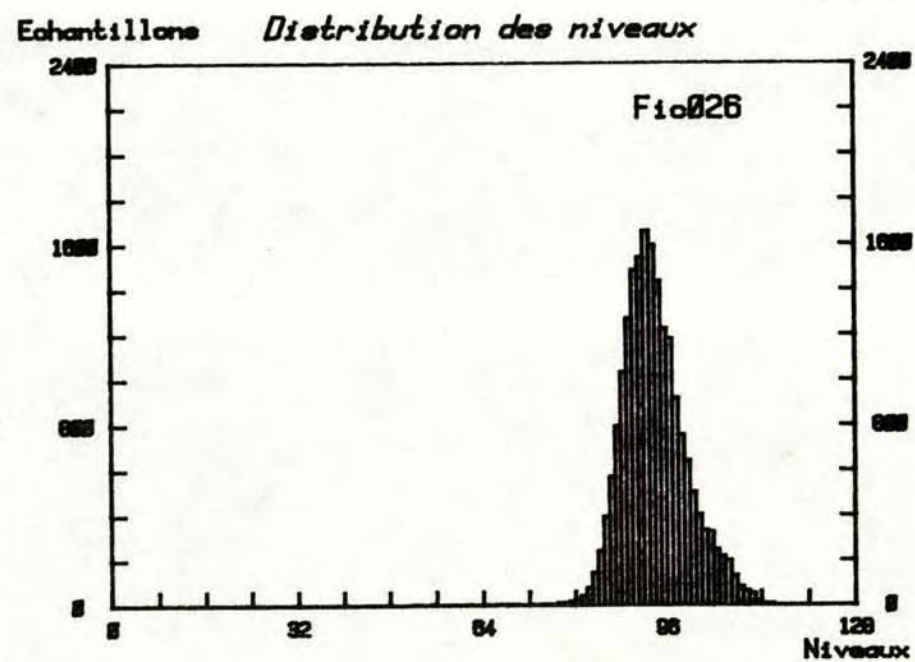
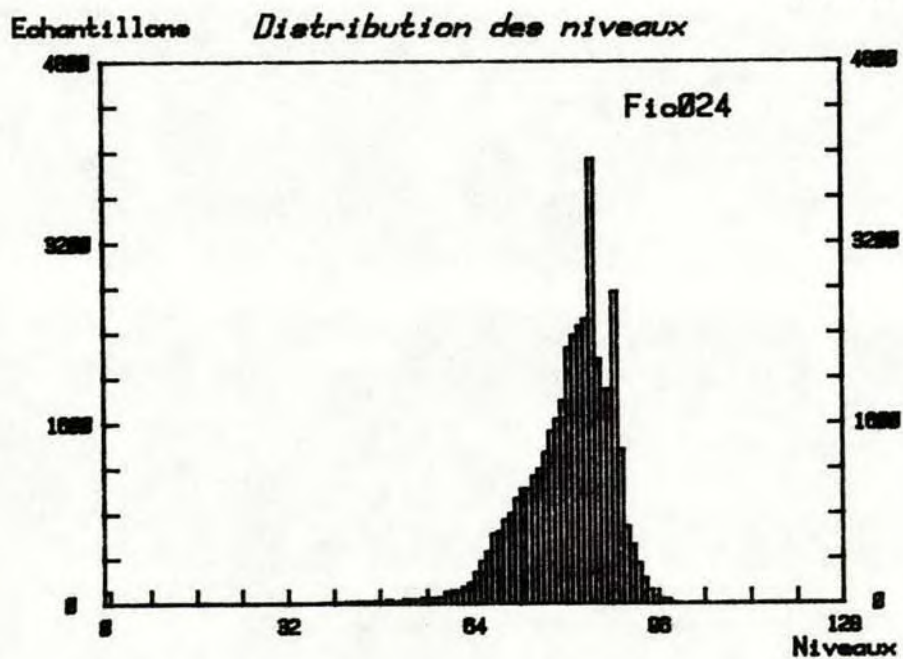
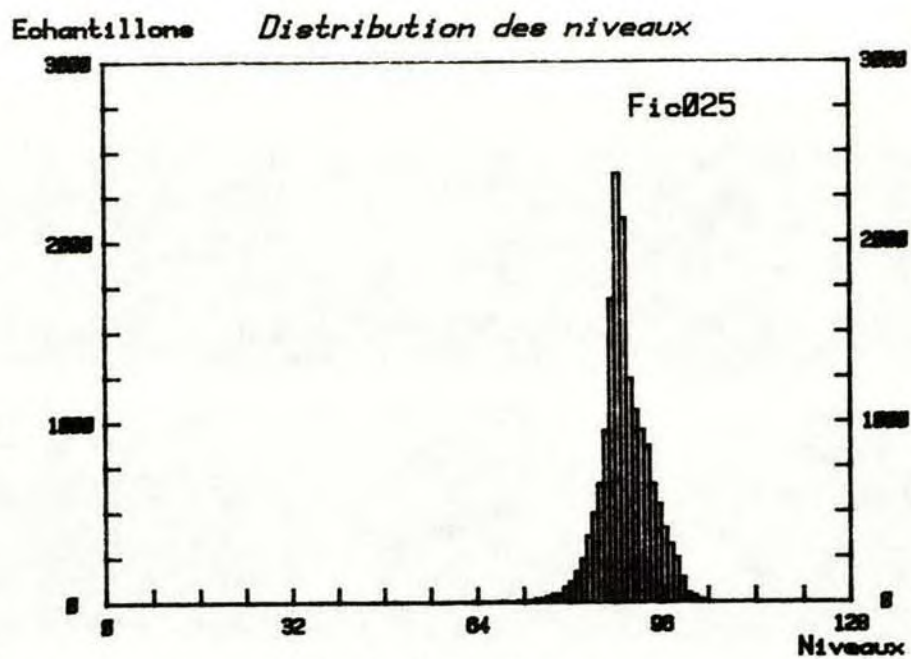
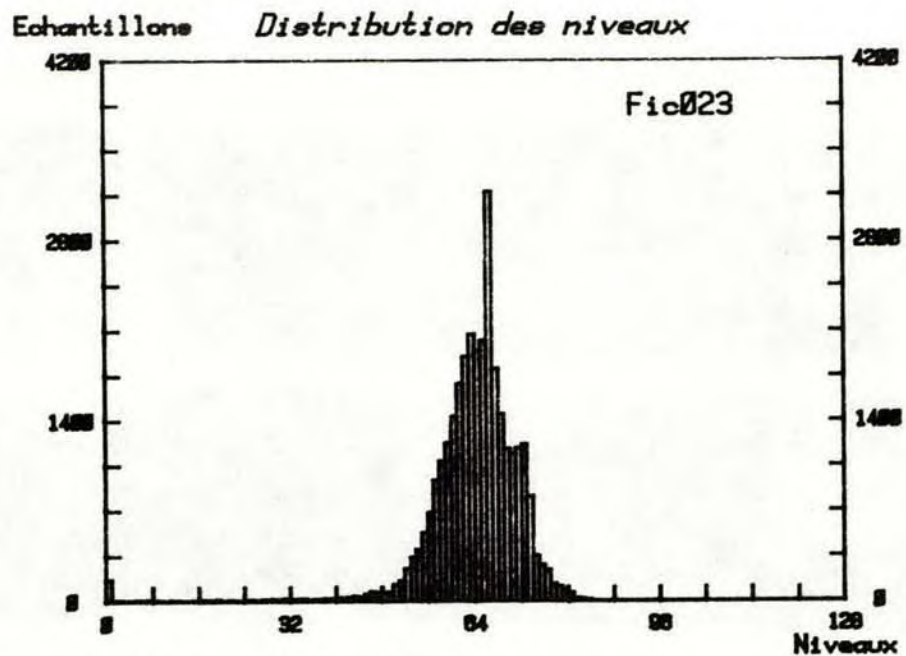


Echantillons *Distribution des niveaux*



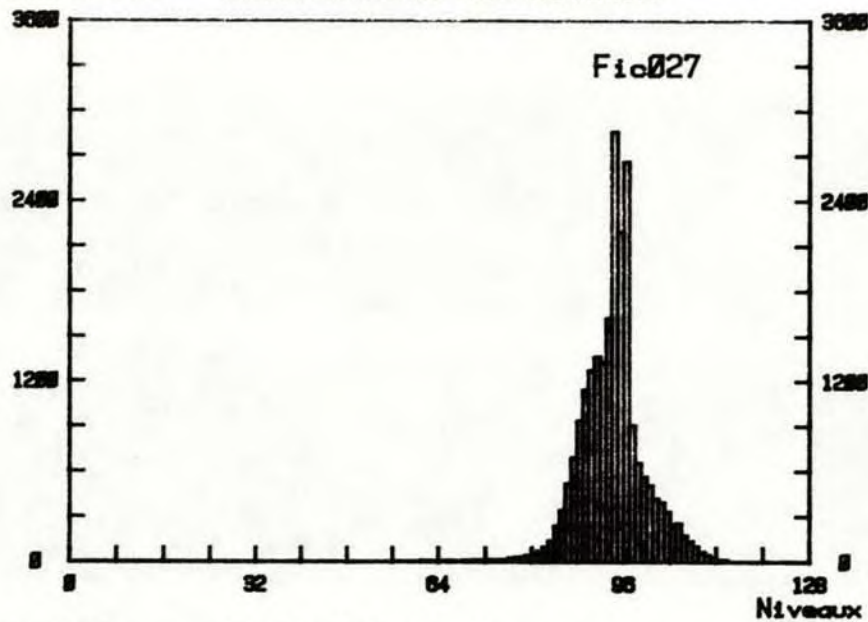




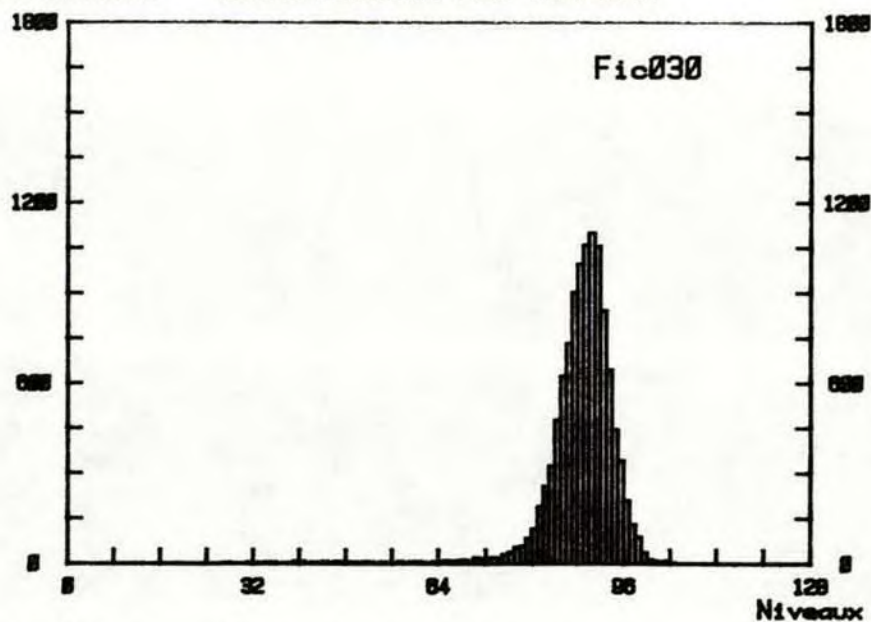




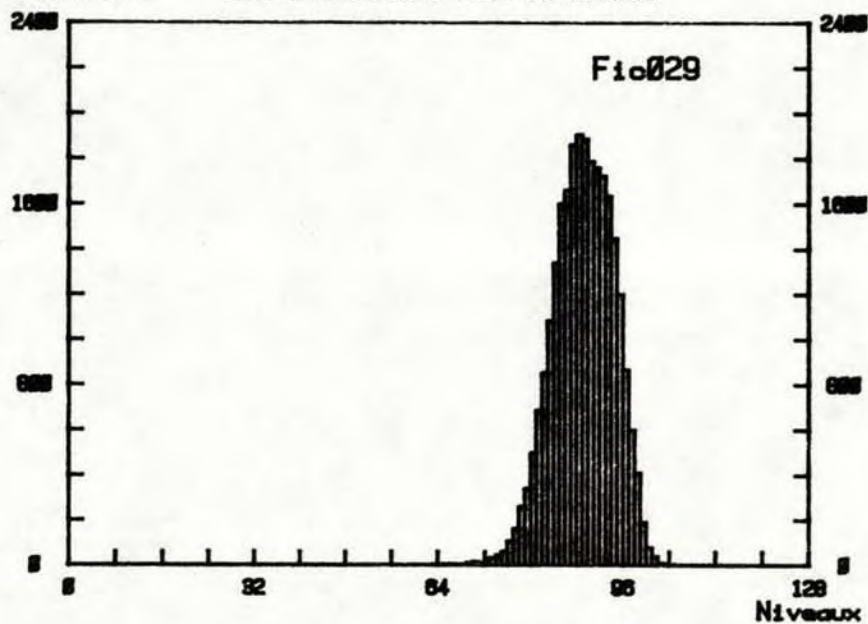
Echantillons *Distribution des niveaux*



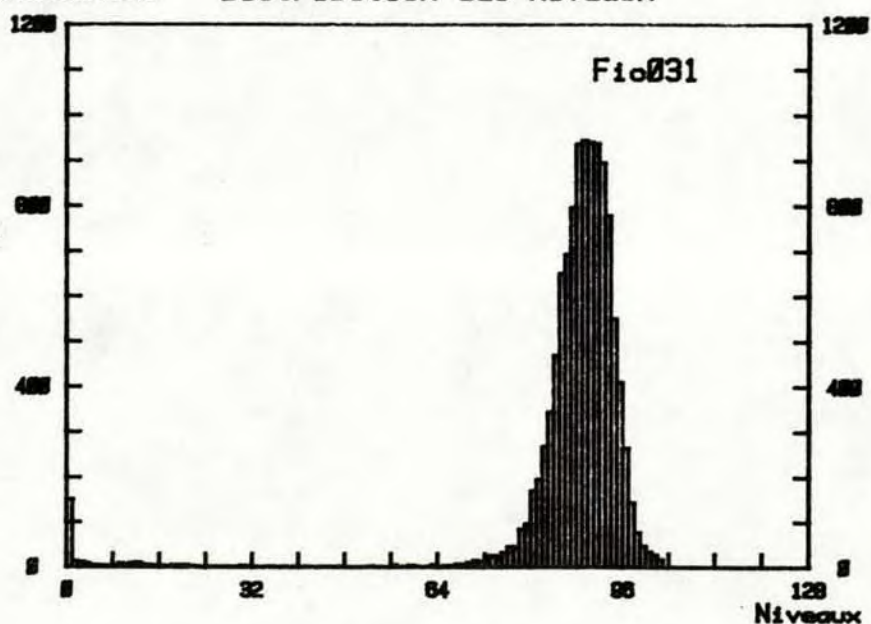
Echantillons *Distribution des niveaux*

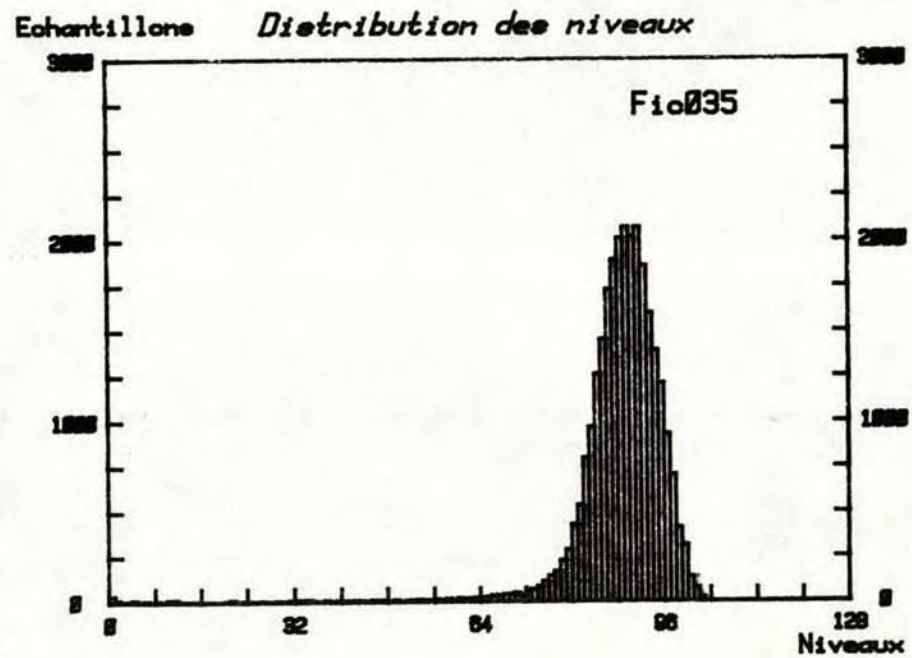
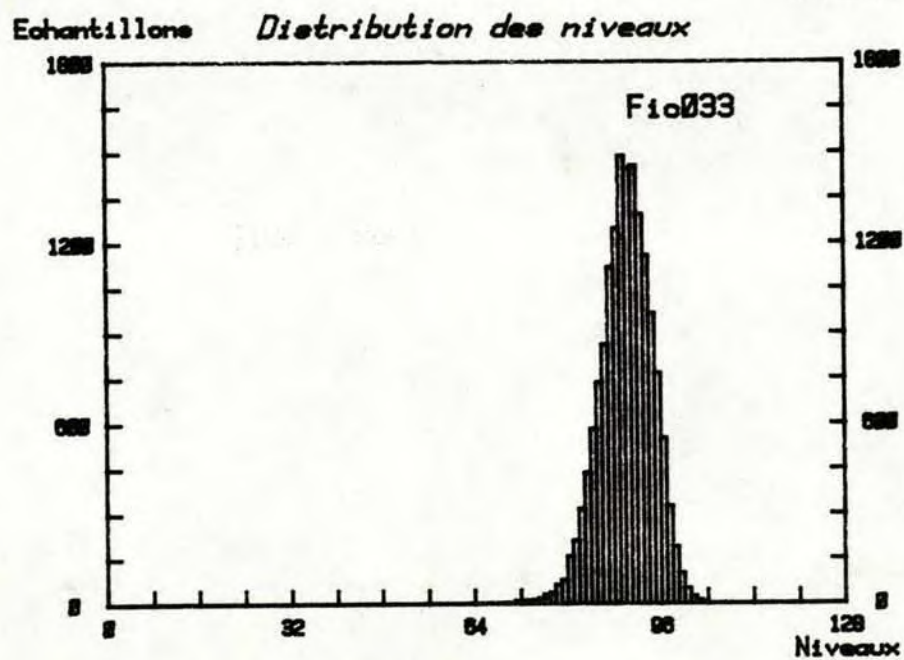
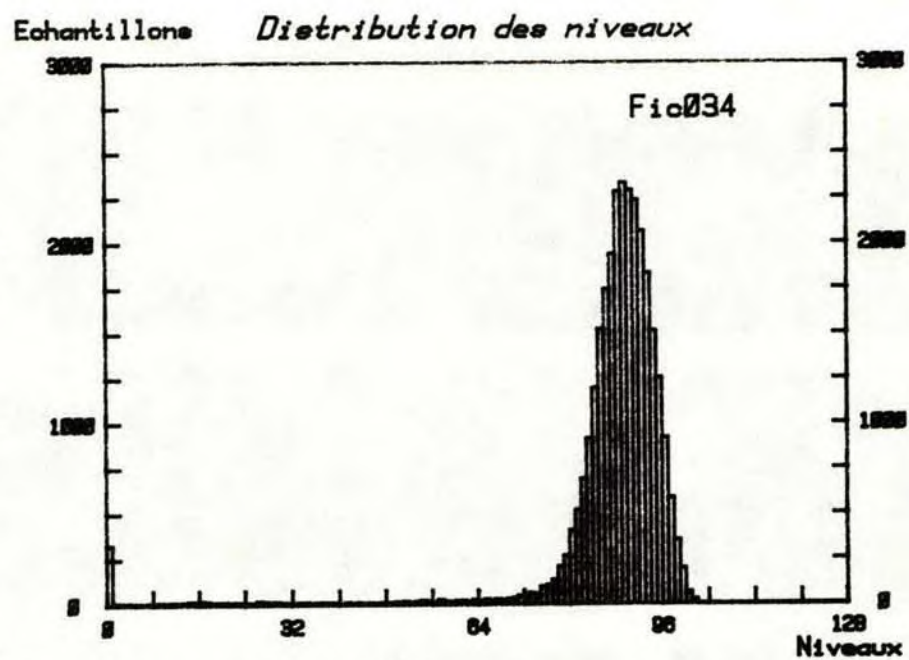
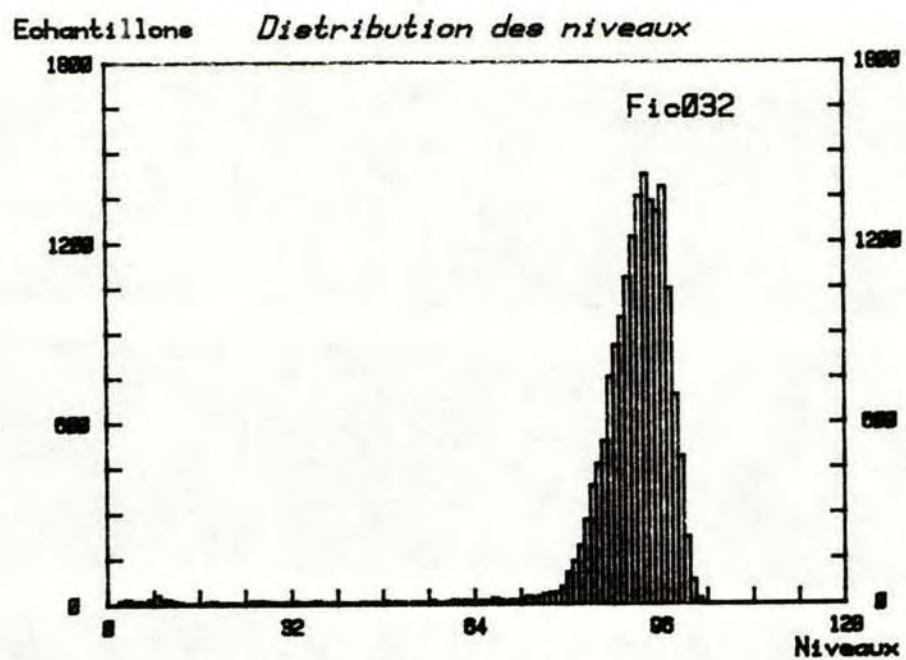


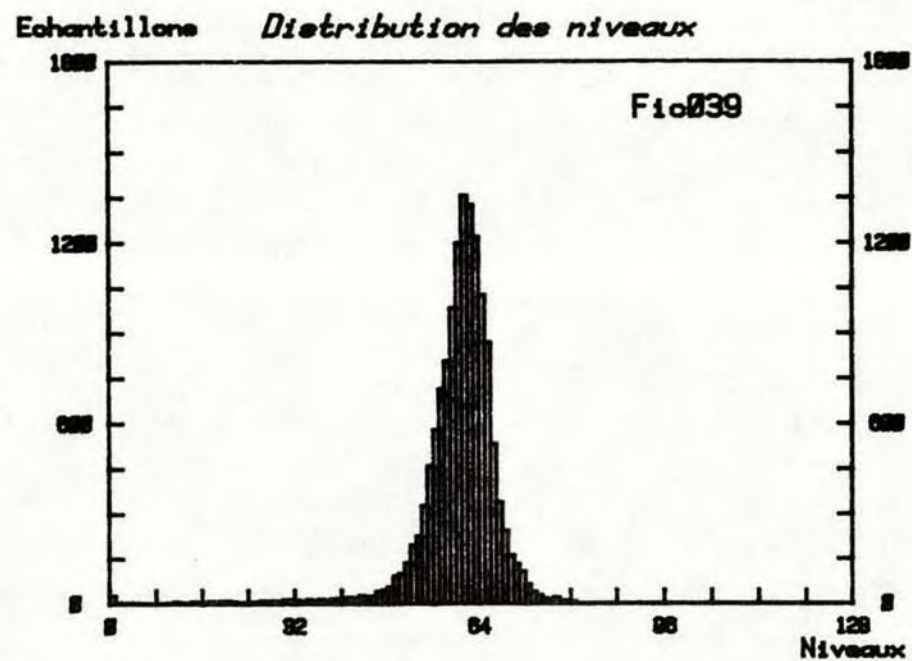
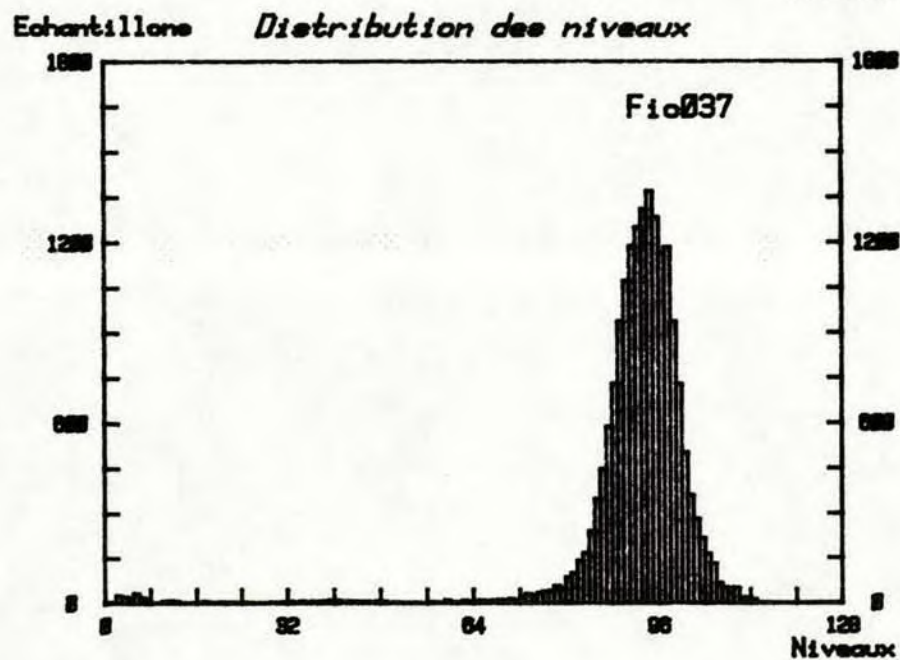
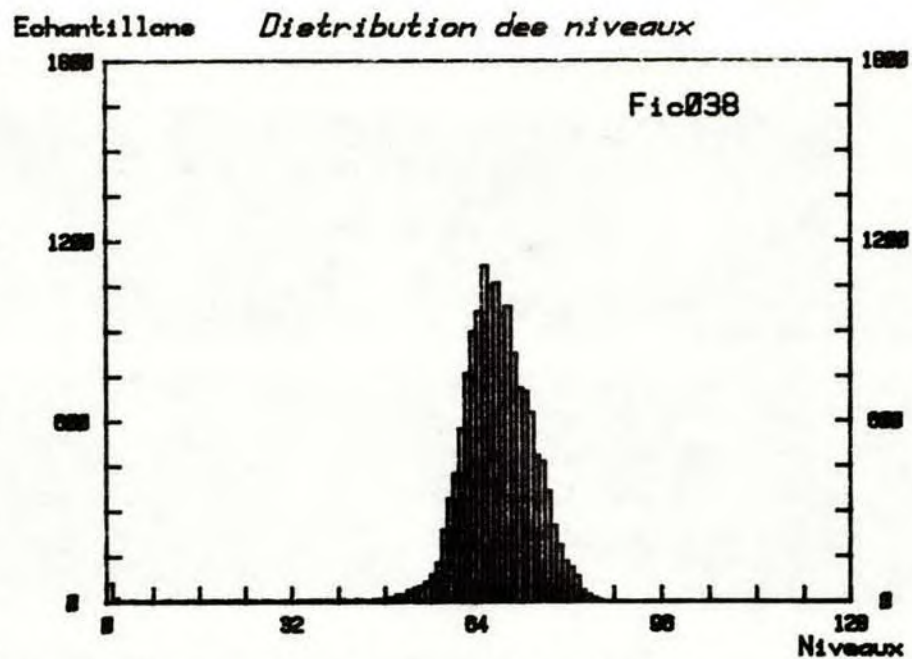
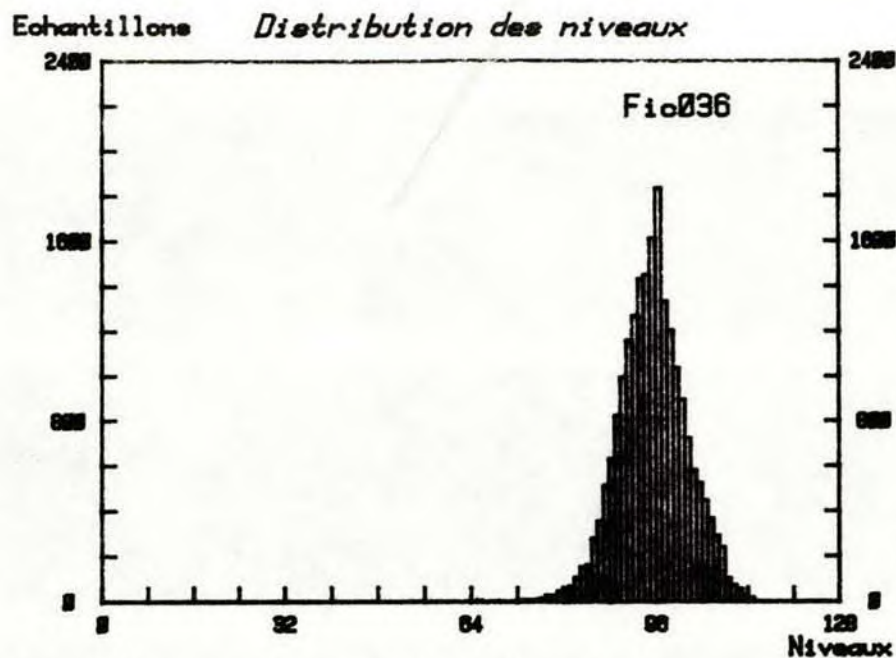
Echantillons *Distribution des niveaux*

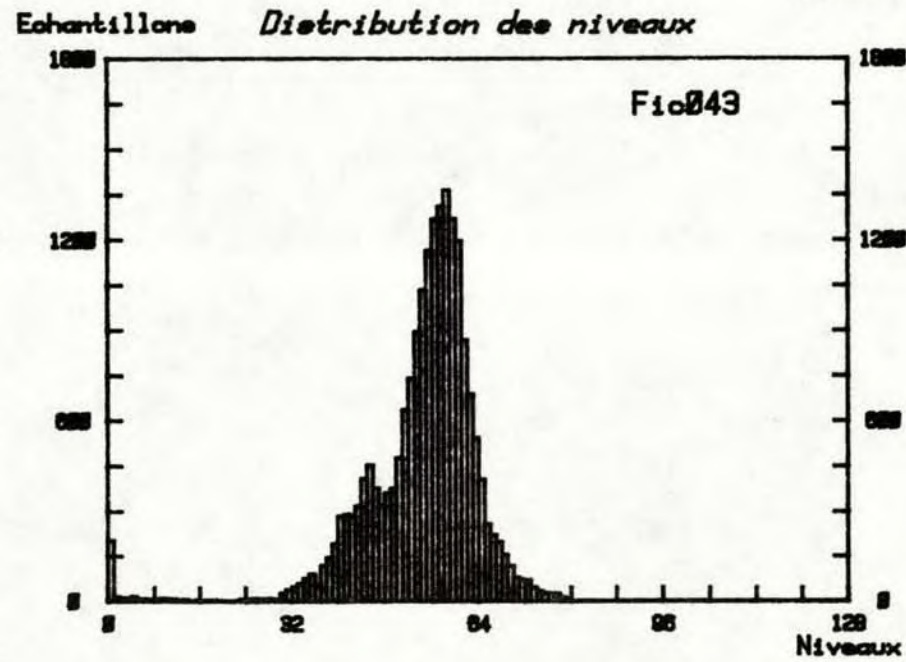
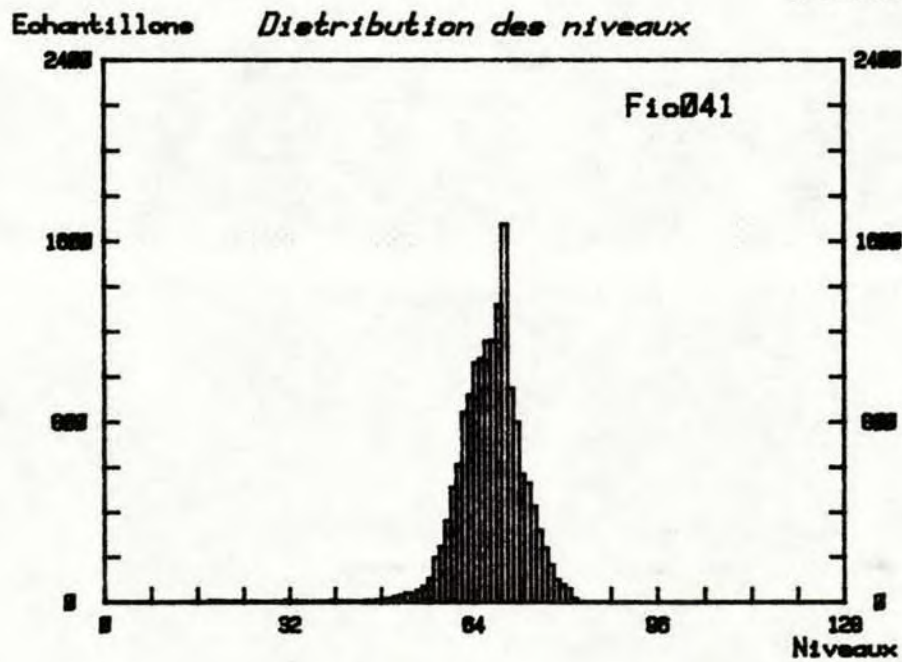
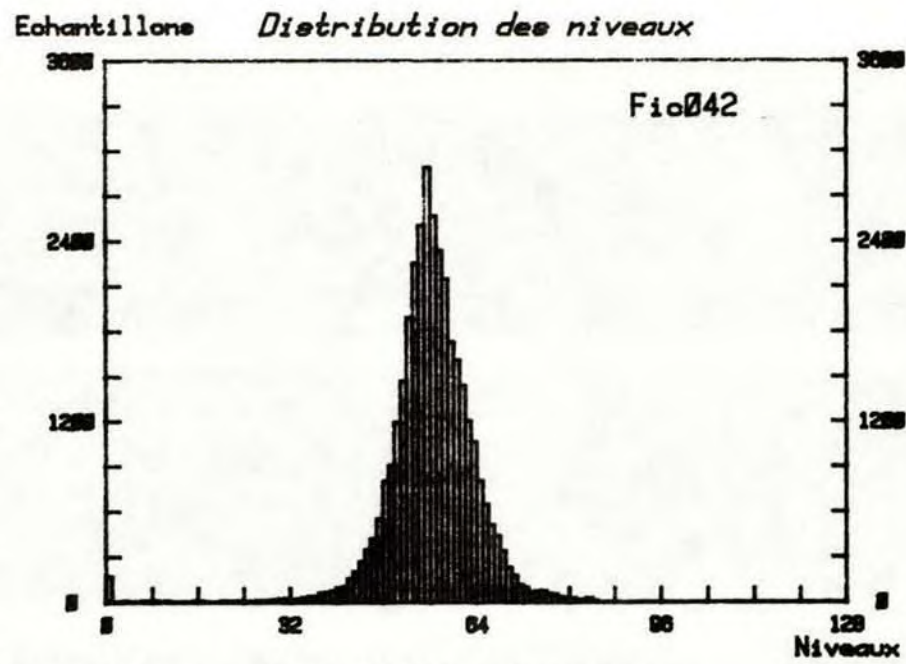
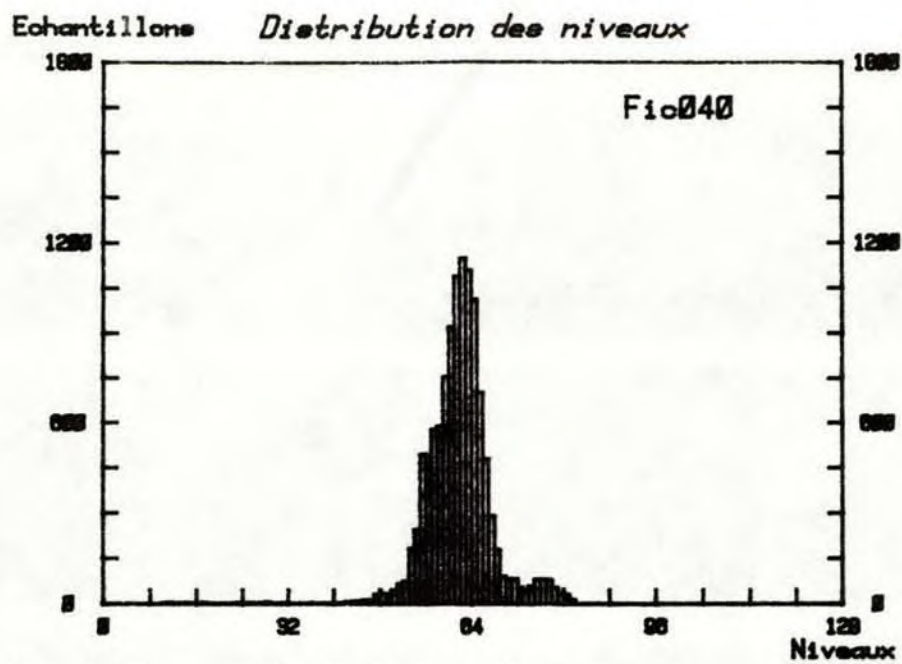


Echantillons *Distribution des niveaux*

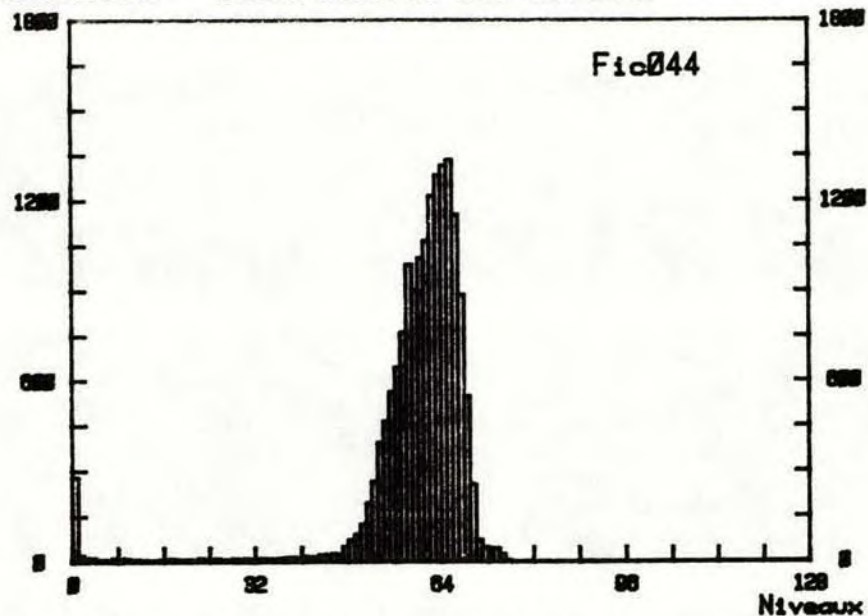




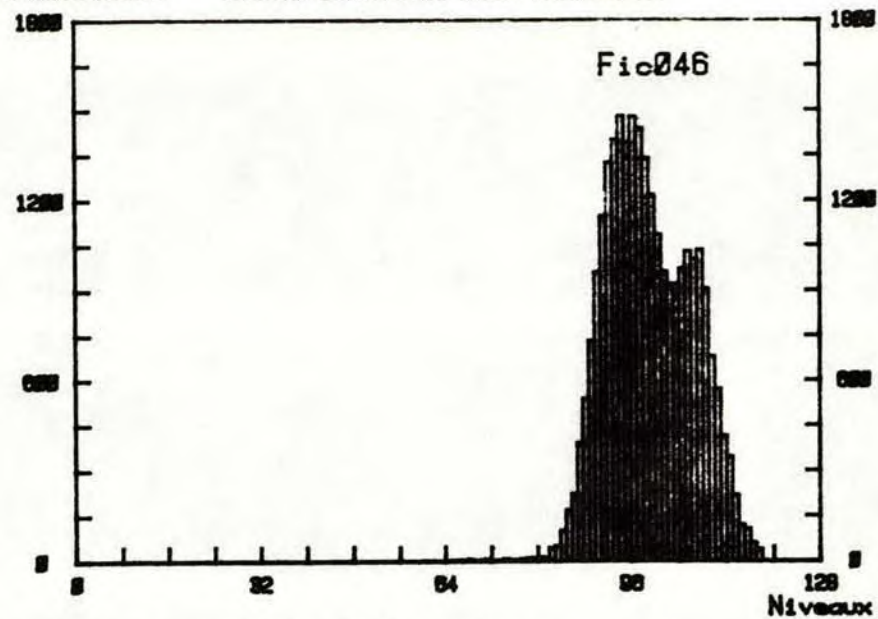




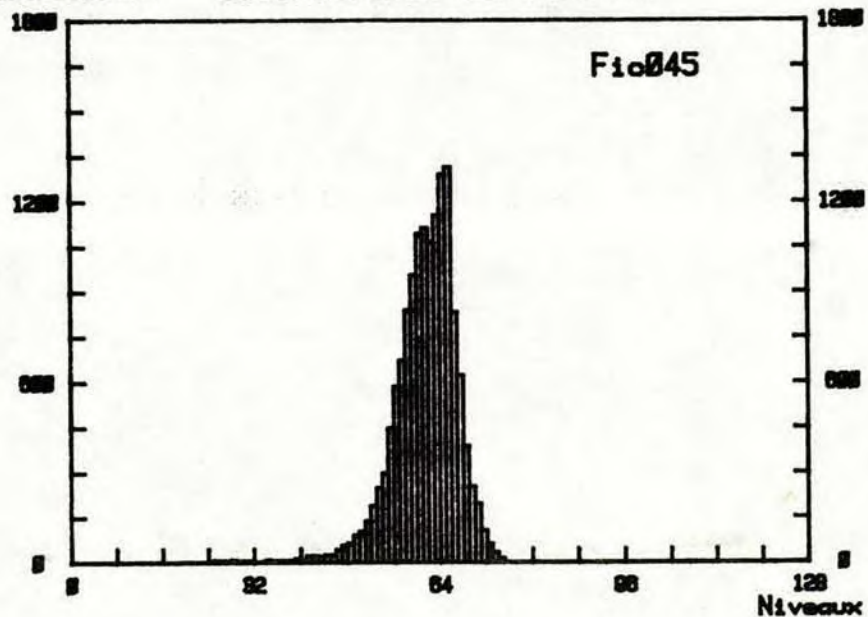
Echantillons *Distribution des niveaux*



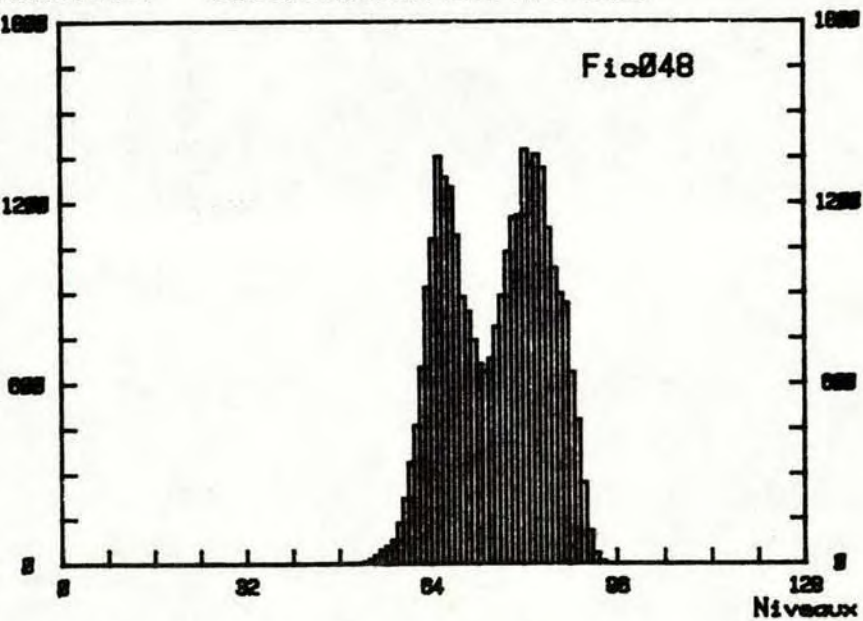
Echantillons *Distribution des niveaux*

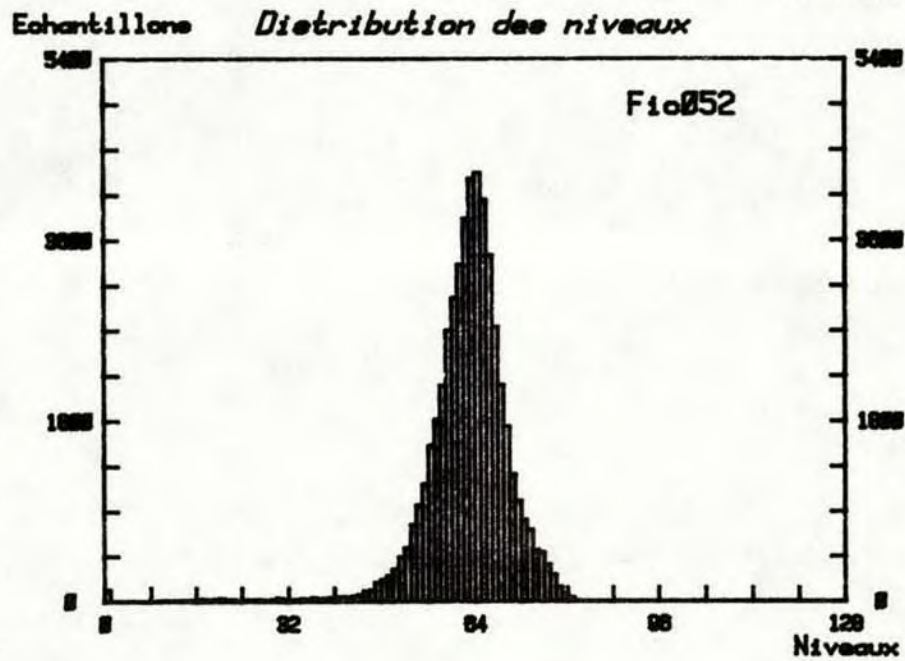
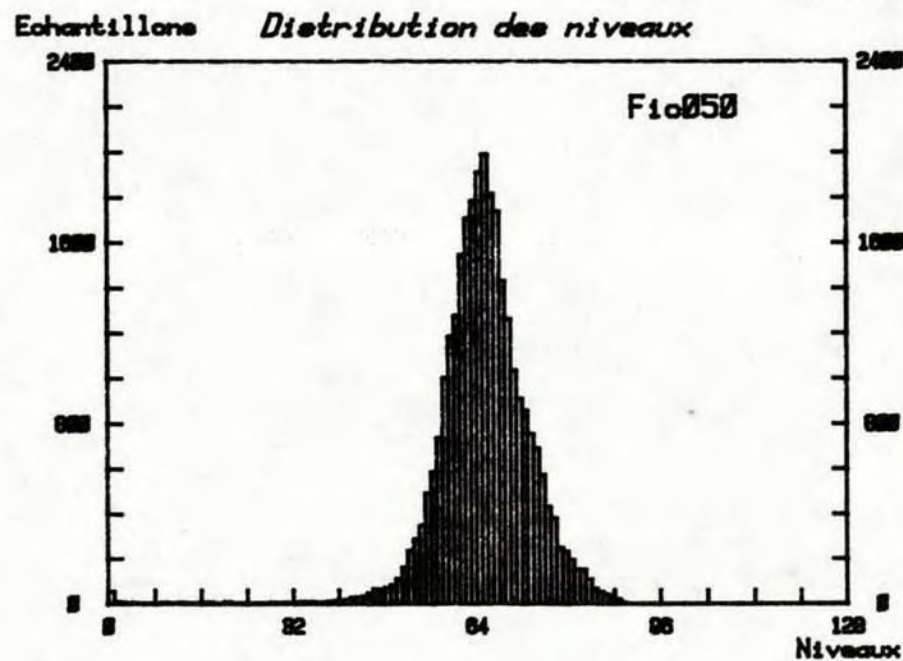
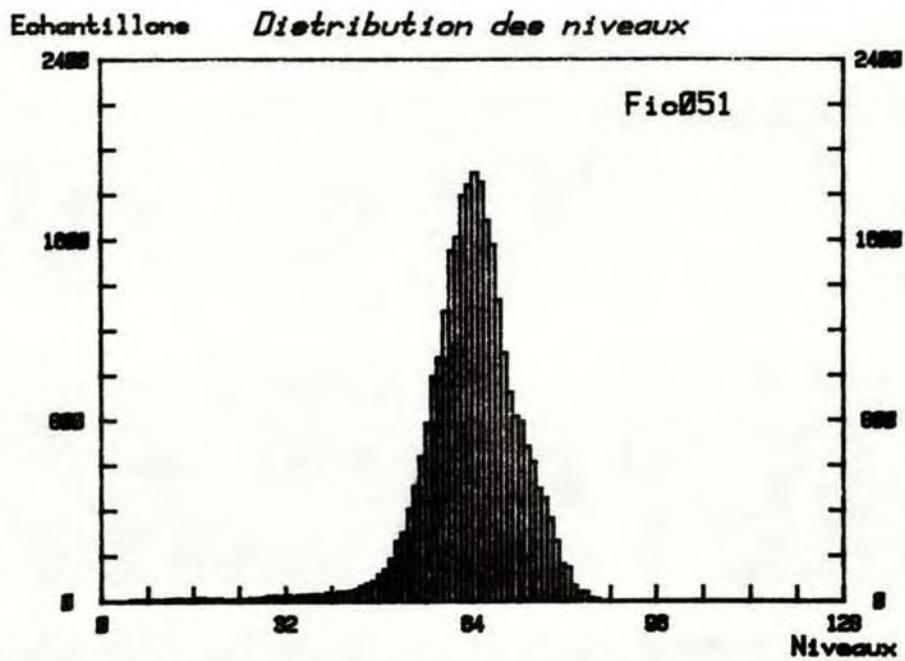
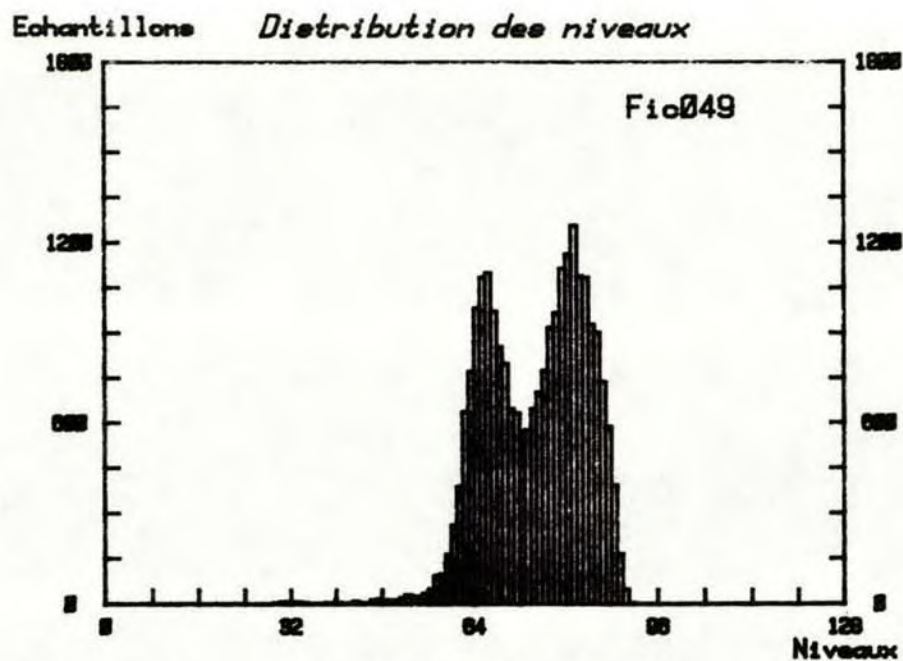


Echantillons *Distribution des niveaux*

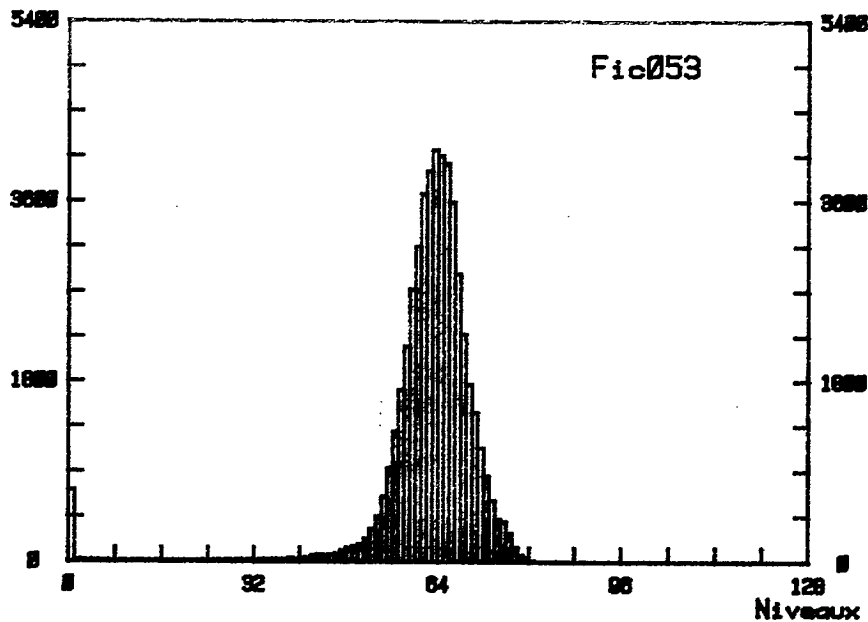


Echantillons *Distribution des niveaux*

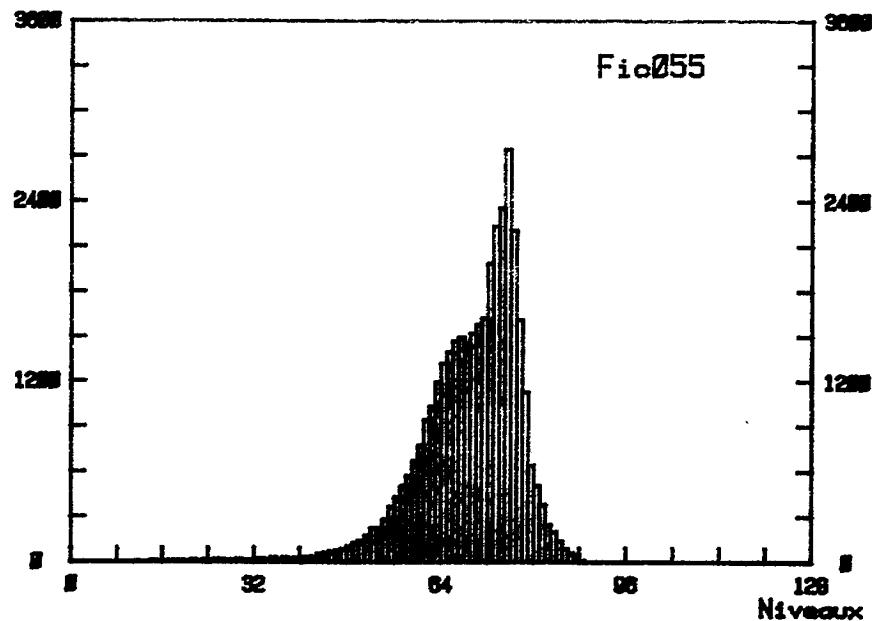




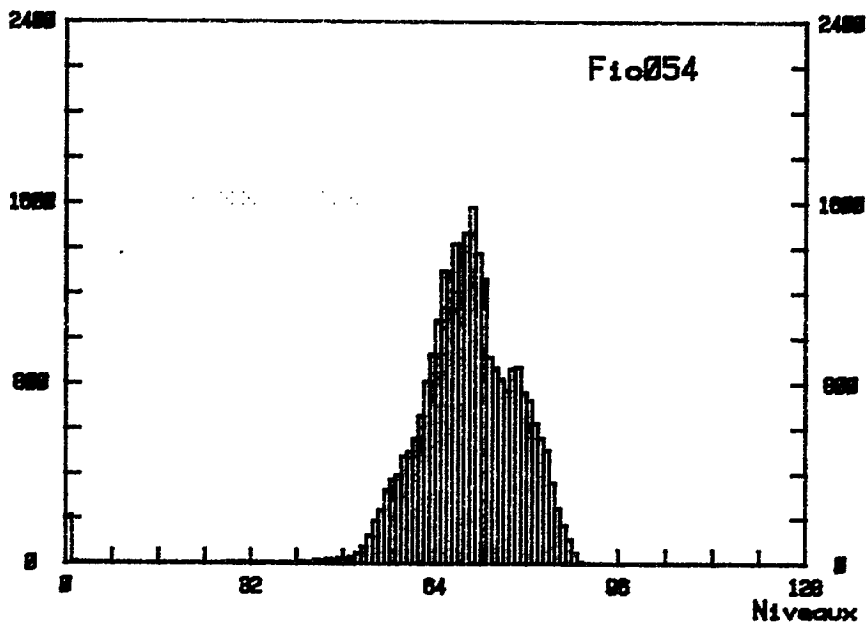
Echantillons *Distribution des niveaux*



Echantillons *Distribution des niveaux*



Echantillons *Distribution des niveaux*



Echantillons *Distribution des niveaux*

