

REPUBLIQUE LIBANAISE

PLAN VERT

الجمهورية اللبنانية
مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

République Libanaise
Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative
Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public
(C.P.E.S.P.)

AMENAGEMENT DES TERRAINS EN PENTE
AU LIBAN

TERRASSES - BANQUETTES

M. SABRA

L. ANDRAOS

N. NAHAS

Beyrouth- Septembre 1967

TABLE DES MATIERES

BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE

INTRODUCTION

I - CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS CONTRE LES MENACES DE DEGRADATION

- 1 - Effet de l'eau
- 2 - Effet du sol
- 3 - Effet de l'homme

II - LUTTE CONTRE LES MENACES DE DEGRADATION DANS LE MONDE ET AU LIBAN

III - TRAVAUX REALISES PAR LE PLAN VERT

A - TERRASSES

- 1 - Généralités
 - a) Terrains en pente
 - b) Climat
 - c) Sols
- 2 - Exécution
 - a) Etude du terrain
 - b) Etablissement d'un plan
 - But
 - Facteurs à considérer
 - c) Exécution proprement dite
- 3 - Travaux complémentaires
 - a) Epierrage
 - b) Murs de soutènement
 - c) Déversoirs, issues, escaliers.

B - BANQUETTES

- 1 - Définition
- 2 - Principe de la méthode
- 3 - Exécution

C - AUTRES MESURES ENTREPRISES PAR LE PLAN VERT

- 1 - Reboisement et aménagement des forêts
- 2 - Pâturage : amélioration et aménagement
- 3 - Classification des sols en vue d'une meilleure utilisation
- 4 - Irrigation et drainage
- 5 - Routes agricoles

IV - CONCLUSION GENERALE

* * * * *

REPUBLIQUE LIBANAISE
PLAN VERT

AMENAGEMENT DES TERRAINS EN PENTE
AU LIBAN

TERRASSES - BANQUETTES

INTRODUCTION

L'aménagement des terres implique non seulement la conservation des sols aux points de vue physique, chimique ou biologique contre les menaces de dégradation, il implique aussi l'amélioration de ces terres par une exploitation rationnelle.

Cette exploitation est d'autant plus judicieuse lorsqu'elle englobe :

- 1 - Le sol : par des assolements, des rotations, des amendements, des éléments fertilisants et l'utilisation réfléchie de la mécanisation et des routes agricoles;
- 2 - L'eau : en atténuant ses effets nocifs tels que ruissellement, infiltration souterraine, lessivage, etc... et en la conservant pour l'exploiter sous forme d'irrigation et d'eau utile.

* * * * *

I - CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS CONTRE LES MENACES DE DEGRADATION

Une lutte efficace et économique contre la dégradation des sols implique l'examen des éléments qui concourent à la provoquer et, en premier lieu, l'EROSION. On distingue deux sortes d'érosion :

- Erosion éolienne : se produit dans les régions sèches et ventées et spécialement sur des terrains nus;
- Erosion par ruissellement : la plus menaçante et qui met aux prises deux éléments : l'eau caractérisée par sa masse et sa vélocité et le sol, caractérisé par sa résistance à cette érosion.

1 - Effet de l'eau

- a) La démolition des agrégats par suite de l'intensité des pluies : c'est donc l'effet par la masse de l'eau (tassement du sol)
- b) L'eau de ruissellement : devient de plus en plus redoutable lorsque la masse du liquide sera plus grande et la pente plus forte.

A ce stade, une lutte consiste à affaiblir la masse de l'eau et à réduire la pente d'écoulement.

2 - Effet du sol : sa résistance et les facteurs qui entrent en jeu :

- a) La perméabilité : dépend principalement de la texture, structure et relief du sol; quatre cas se présentent et montrent bien la relation entre sol et pluie (conférer tableau page suivante)

.../...

Pluviométrie	Perméabilité	Effets
Forte	Forte	lessivage NO ₃ , destruction de la structure
Forte	Faible	érosion par ruissellement
Faible	Faible	sécheresse, érosion éolienne
Faible	Forte	infiltration profonde, sécheresse, érosion éolienne

b) Capacité du sol pour l'eau : l'eau infiltrée évolue vers deux destinations :

- une partie reste dans le sol : cette partie est d'autant plus grande que la capacité du sol pour l'eau est grande;
- une partie descend profondément, elle sera perdue et elle entraîne le lessivage du sol (NO₃) et la destruction de sa structure physique.

c) Végétation : agit de trois façons :

- Contre l'effet vertical : en amortissant la violence des pluies et en atténuant le tassement du sol et le colmatage de sa porosité;
- Contre l'effet horizontal : elle sert comme un obstacle au ruissellement;
- Action souterraine : par les racines qui viennent renforcer la cohésion du sol.

3 - Effet de l'homme:

L'homme défriche des terrains en pente, les livrant à l'action des éléments atmosphériques :

- il introduit ses bêtes en nombre important,
- exploite les pâturages en permanence

- pratique des façons culturales dangereuses
- laboure suivant la plus grande pente ou obliquement à celle-ci, constituant des canaux à pente forte dans lesquels l'écoulement de l'eau sera rapidement générateur d'érosion;
- influe par la pression démographique : plus la population du Liban augmente, plus se fait sentir la nécessité immédiate de défricher - on remarque ainsi que les phénomènes concrets tendent à s'aggraver avec le temps.

II - LUTTE CONTRE LES MENACES DE DEGRADATION

L'EROSION DANS LE MONDE ET AU LIBAN

- En France dont le territoire couvre 55 millions d'hectares, on estime que les terres sujettes à l'érosion occupent 4,5 millions d'hectares, soit 8% de la surface du pays. Les mesures de lutte contre ces menaces sont multiples, entre autres : terrasses - banquettes.
- En Chine populaire, la dégradation effective toucherait 160 millions d'hectares, soit le 1/6 du territoire qui couvre 960 millions d'hectares.
- En Algérie du Nord, d'après une enquête menée en 1961, on estime que la surface à soumettre aux différents procédés de restauration, s'étendait sur 12,8 millions d'hectares, soit le 45% du territoire. En matière de lutte, les réseaux de banquettes viennent en tête.
- Au Liban, l'existence de cette érosion est reconnue par une estimation de 3 milliards de mètres cubes d'eau qui s'écoulent chaque année inutilement dans la mer.

C'est surtout en saison humide que la masse d'eau de ruissellement dans les cours d'eau provoque, particulièrement au Mont Liban, des crues brutales et dangereuses : un régime torrentiel avec tous ses inconvénients s'établit.

III - TRAVAUX REALISES PAR LE PLAN VERT en matière d'aménagement des

terrains en pente :

Pour lutter contre les facteurs de destruction, le Plan Vert a adopté principalement deux catégories de travaux :

A - LES TERRASSES -

1 - Généralités

a) Les terrains en pente au Liban:

Le Liban est un pays montagneux : plus de 50% du territoire se trouve en pente, surtout dans les zones humides, là où les chutes d'eau sont supérieures à 600 mm, la proportion des terrains à pente forte est plus grande.

b) Le climat :

Par ses caractéristiques, le climat libanais est particulièrement agressif, les pluies torrentielles tombent sur des sols pauvres en humus.

c) Les sols :

Les études faites sur les sols du Liban prouvent qu'il y a une prédominance de calcaires durs ou tendres et de marnes plus ou moins argileuses : les uns sont résistants, les autres sont plus ou moins faibles et doivent être protégés contre le ruissellement, une place particulière étant faite pour les sols très argileux dont la faible perméabilité nécessite l'emploi de méthodes délicates et aléatoires.

- La culture en terrasses est le plus ancien procédé de culture en montagne; on en trouve des traces partout au Liban datant de la plus haute antiquité.
- Ces ouvrages, bien adaptés au relief libanais, constituent la meilleure façon de mettre en valeur les pentes de la chaîne du Liban. Les terrasses sont en général abandonnées dans d'autres pays pour les raisons suivantes :
 - leur construction nécessite des mouvements importants de terre; leur coût serait élevé surtout dans un pays comme l'Algérie où la quantité de pierres n'est pas suffisante;
 - la culture mécanisée et les labours tractés sont parfois gênés par la largeur assez faible de la terrasse. Il faut quelquefois s'en tenir à l'emploi des outils individuels.

2 - Exécution :

a) Etude du terrain :

Les observations concernent particulièrement :

- La pente
- Le pourcentage des rochers
- La nature et le type du sol
- La profondeur de la couche arable
- Les sources d'eau et les modes d'irrigation
- Le type et le mode de culture

b) Etablissement d'un plan général :

Etablir un plan coté, c'est donner une idée de la topographie, des pentes entre différents points.

But de ce Plan :

- 1 - Il permet l'établissement d'un avant-projet d'irrigation
 - Choix de la méthode à employer
 - Dimensions à donner aux éléments d'irrigation
 - Orientation de ces éléments

- 2 - Il permet l'établissement d'un réseau de routes intérieures facilitant ainsi l'exploitation rationnelle du terrain plus tard, tant au point de vue transport des produits agricoles qu'au point de vue mécanisation.

Facteurs à considérer en établissant ce plan

Dans la formule $a = \frac{H}{L}$ nous avons a constant pour chaque terrain H et L restant deux variables.

H = hauteur du mur

L = largeur de la terrasse

1 - Facteurs qui influencent la hauteur du mur

Pente du mur	Nature du sol	Altitude et Pluviométrie	% des rochers	Epaisseur de la couche arable	Hauteur mur en m.
25%	Sableux:érosion forte Argileux	Zone pluvieuse Pluviométrie > 1000 mm	Moins de 15%	Au moins 0,40 - 0,50m	de 0,75 à 1,00
20-25%	Perméabilité moyenne	Zone pluvieuse 600-1000 mm	15 à 25%	Au moins 0,50 - 0,60m	de 1,00 à 1,25
25%	Perméabilité bonne	Zone de pluie et de neige	25 à 35 %	Au moins 0,60 - 0,75m	de 1,25 à 1,50
20- 25%	Perméabilité forte	Zone de sécheresse ou de neige	35 à 45 %	Au moins 0,70 - 0,90m	de 1,50 à 2,00

2 - Facteurs influençant la largeur de la terrasse

- types de plantations : perennne ou annuelle
- mode de culture
- irrigation, drainage
- mécanisation
- type du sol : argileux, sablonneux, etc...
- autres facteurs qui sont en relation directe avec la largeur pente, pourcentage des rochers, hauteur des murs ...etc..

Pente en %	Hauteur mur en m.	Largeur de la terrasse		
1 - 10%	0,75 - 1m.	7,5	15	35
	1,00 - 1,25	10	20	50
	1,25 - 1,50	12,5	25	60
	1,50 - 2,00	15	30	75
10 - 20%	0,75 - 1,00	5	7	9
	1,00 - 1,25	6	8	12
	1,25 - 1,50	7	9	15
	1,50 - 1,75	8	12	17,5
	1,75 - 2,00	10	15	20
20 - 30%	0,75 - 1,00	3,5	4	5
	1,00 - 1,25	4	5	6
	1,25 - 1,50	5	6	7,5
	1,50 - 1,75	5	7	8
	1,75 - 2,00	6	8	10
30 - 40%	0,75 - 1,00	2,5	-	3,5
	1,00 - 1,25	3,5	-	4
	1,25 - 1,50	4	4	5
	1,50 - 1,75	5	5	6
	1,75 - 2,00	6	6	7

c) Exécution de la terrasse :

Après avoir établi un canevas final du réseau de terrasses avec les routes intérieures et le placement des réservoirs d'eau, des brise-vent, des volumes de terre à remuer : déblais, remblais, on procède à l'exécution de la terrasse, (Figure 1)

Les travaux font appel à des engins mécaniques puissants : tracteurs de 150 - 275 CV., munis d'un Ripper et d'une lame d'angle dozer. Compresseurs et dynamite sont aussi utilisés pour le dérochage.

L'exécution s'effectue de haut en bas suivant le plan pour procéder, enfin, à un nivellement général.

Après les travaux des tracteurs, viennent les travaux complémentaires de soutènement.

3 - Travaux complémentaires :

a) Epierrage :

Travaux manuels

Tentatives mécaniques : Rock Rake

b) Murs de soutènement :

Mur vertical : le plus facile à construire. On y a recours lorsque la pierre est abondante pour donner au mur l'épaisseur voulue. (Figure 2)

Le genre de mur à épaisseur constante doit avoir un fruit de 20 à 30% pour qu'il puisse se maintenir, avec une épaisseur d'au moins 50 cm.

Le mur peut avoir une épaisseur constante ~~ou~~ présenter un parement amont vertical et un parement aval avec fruit. (Figure 3)

Mur incliné : si la pierre est peu abondante ou si le sol dur peut être atteint facilement. L'épaisseur du mur varie du 1/3 au 1/2 de la hauteur selon la nature du terrain avec une contrepente vers l'amont de 20 à 30%. (Figure 4)

Hauteur du mur en cm.	Epaisseur de base en cm.	Fruit en %
75 - 100	40 - 50	20 - 30%
100 - 125	50 - 60	20 - 30%
125 - 150	60 - 75	20 - 30%
150 - 200	70 - 90	20 - 30%

c) Déversoirs : pour les eaux en excès facilitant ainsi le drainage;

Issues : facilitant le passage des instruments agricoles;

Escaliers : facilitant la circulation entre les terrasses.

B - RESEAUX DE BANQUETTES -

Dans les pentes plus faibles ainsi que dans les terrains pauvres du pourtour de la Bekaa, surtout dans la région du Hermel, des tentatives furent entreprises pour installer un réseau de banquettes; ces travaux furent inspirés des procédés employés en Afrique du Nord, particulièrement en Algérie.

1 - Définition

Une banquette de défense et de restauration des sols est à la fois une terrasse et un fossé : elle comprend : (Figure 5)

- un talus
- un fond
- un bourrelet.

2 - Principe de la méthode

La méthode consiste à tracer un réseau cohérent de banquettes sensiblement horizontales et conques pour briser la force érosive des eaux de ruissellement avant qu'elles ne deviennent dangereuses pour le sol; infiltrer les pluies normales dans la mesure où la nature du sol le permet et enfin, évacuer lentement les eaux excédentaires vers les exutoires artificiels.

L'unité élémentaire de fonctionnement du réseau est constitué par :

- un champ allongé entre deux courbes limites de niveau,
- une banquette recueillant et canalisant au bas du champ, les eaux de ruissellement,
- un seuil d'aboutissement de cette banquette sur un exutoire naturel ou un collecteur artificiel.

La banquette élémentaire est caractérisée par :

- sa pente longitudinale p
- sa longueur L
- sa section utilisable

et H étant l'intervalle ou la dénivelée qui sépare deux banquettes consécutives. (Figure 6)

Des expériences faites en Algérie sur des milliers d'hectares de terrains, de pente et de nature variées, ont conduit SACCARDY, en 1950, à établir sa formule :

$$\frac{H^3}{p} = 260 \pm 10$$

Notons enfin que cette formule ne s'applique pas aux marnes et argiles fluentes, d'une part et aux sables sans cohésion d'autre part.

3 - Exécution :

Les banquettes sont généralement exécutées au moyen de tracteurs jusqu'à une pente de 40%. Au delà de 40%, on peut utiliser les outils manuels. L'implantation sur les terrains consiste tout d'abord à choisir les exutoires et à tracer les lignes de pente donnée. Ensuite, le tracé des banquettes peut se faire :

- soit à partir des exutoires :

Cette méthode assure le maintien de la dénivelée entre deux banquettes à un chiffre constant tout au long du tracé;

- soit à partir des croupes :

Cette méthode est adoptée surtout dans les régions montagneuses et accidentées. Elle a l'inconvénient de créer des banquettes discontinues sur les exutoires.

* * * * *

L'application de la méthode de défense par banquettes se heurte, au Liban, au refus ou à l'incompréhension de la nécessité d'abandonner, lors des labours suivants, les lignes de plus grandes pentes ou obliques pour les lignes de niveau. Notons aussi que le sentiment d'hostilité naît parfois du fait de la forte perte de terrain cultivable occupé par les bourrelets et talus de banquettes.

C - AUTRES MESURES ~~ENTRE~~ PRISES PAR LE PLAN VERT -

- 1 - Reboisement : Cèdres, pins, etc..
et aménagement : forêts de pins, de chênes, de sapins;
- 2 - Pâturage : aménagement et amélioration pour un équilibre agro-sylvo-pastoral;

.../...

ou
3/1/1/1
3/1/1/1

- 3 - Classification des sols en vue d'une meilleure utilisation
- 4 - Irrigation, drainage, réservoirs d'eau;
- 5 - Routes agricoles: pour une meilleure exploitation.

CONCLUSION GENERALE

L'aménagement des terrains en pente comporte des moyens multiples et variés.

On peut dire qu'il existe une méthode de travail appropriée à chaque cas particulier; l'exécution des terrasses en escalier dans les montagnes libanaises nous en donne des exemples frappants.

La confection de ces terrasses dans les terrains dont les pentes sont supérieures à 10%, constitue le moyen le plus efficace pour la défense et l'amélioration des sols en vue d'une production agricole rentable dans les terrains irrigables.

Dans les terrains non irrigués, les réseaux de banquettes sont à conseiller vu leur prix de revient très bas par rapport au coût élevé des terrasses en escalier.

En conclusion, les terrasses et les réseaux de banquettes constituent deux procédés destinés à se compléter harmonieusement pour un aménagement intégral du territoire libanais.

* * * * *

CONCLUSION

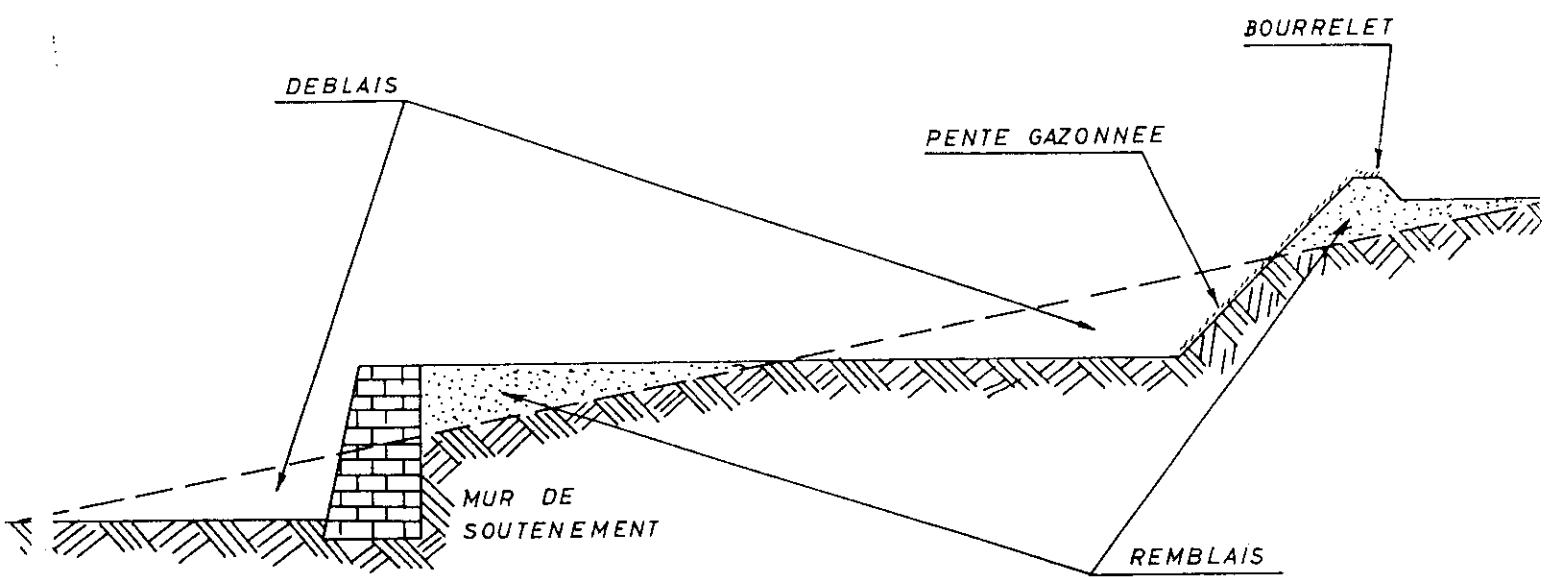
Different methods are used in developing slopy lands. There exists an appropriate method of work for every particular case. The execution of terraces in steps over the Lebanese mountains presents a striking example.

The execution of such terraces on slopes exceeding 10% constitutes the most efficient mean for land development for an economical agricultural production in irrigated areas.

In non irrigated areas the D.R.S. method is more advisable in view of its cheaper cost compared with the more expensive cost of establishing terraces.

In conclusion, the terraces and the D.R.S. method are two ways complementing harmoniously each other to develop rationally the Lebanese territory.

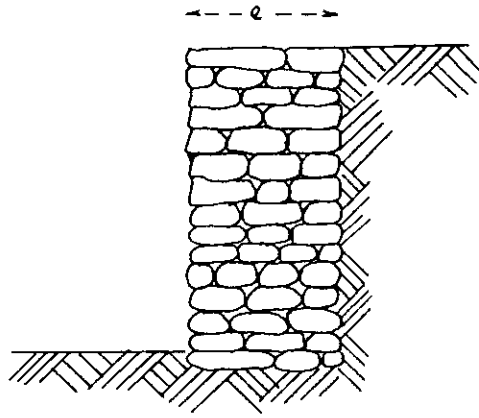
* * * * *



F. 1

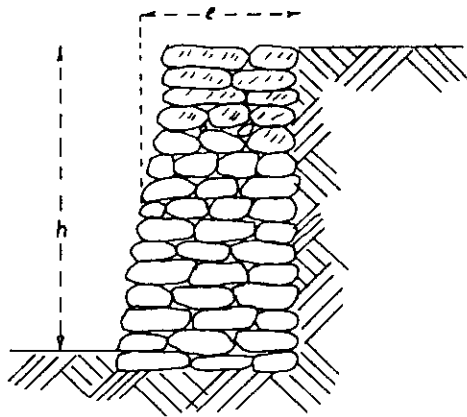
TERRASSES EN ESCALIER

F.2



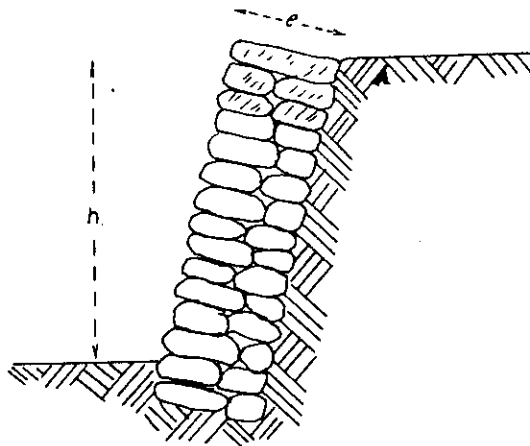
MUR VERTICAL EPAISSEUR CONSTANTE

F.3



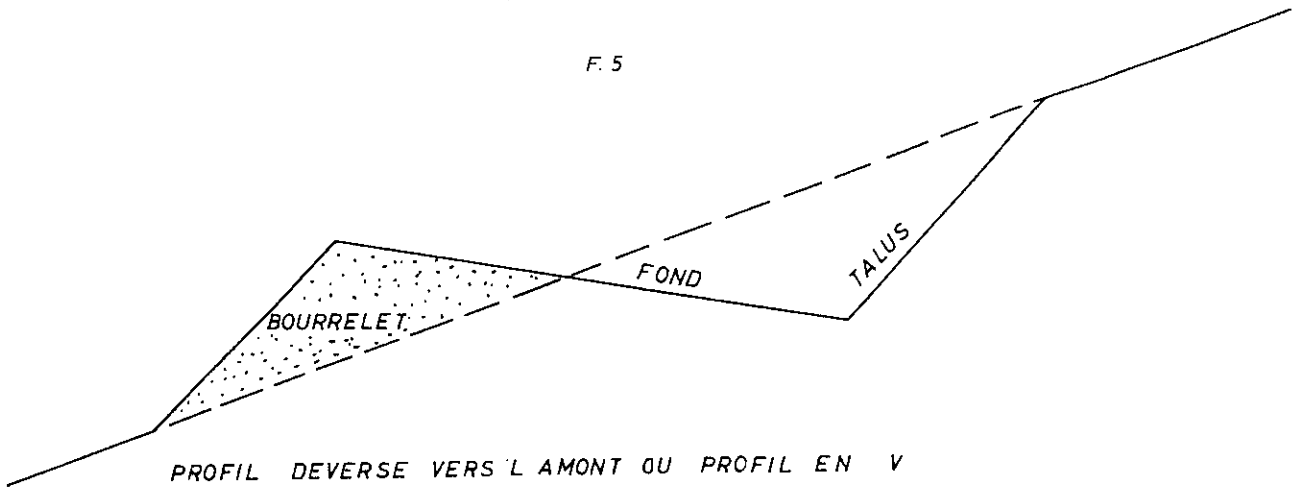
MUR FRUIT AVAL DE 1/5

F.4

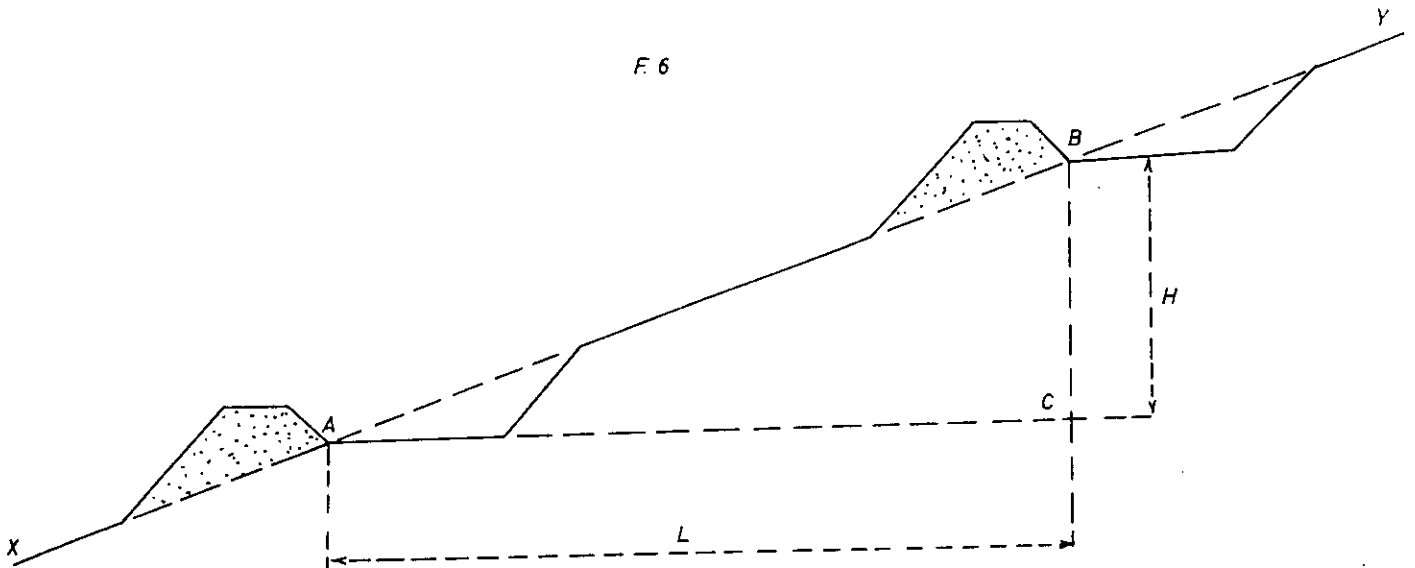


MUR INCLINE

F. 5



F. 6



INTERVALLE ET DENIVELÉE ENTRE LES BANQUETTES