

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
& TECHNIQUE OUTRE-MER

20, rue Monsieur  
PARIS, 7<sup>e</sup>.

-----

Cote de classement n°1623

PEDOLOGIE

LA PARCELLE EXPERIMENTALE.  
METHODE D'ETUDE EXPERIMENTALE DE  
LA CONSERVATION DU SOL, DE L'EROSION,  
DU RUISSELLEMENT.

par F. FOURNIER

---

Extrait du rapport de la Mission O.E.C.E. "Etude des Sols"  
aux Etats-Unis (T.A.38-63)

-





Le Service de la Conservation du Sol aux Etats-Unis. - Le Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis fut créé en Septembre 1933 pour aider les agriculteurs américains à appliquer sur leurs terres des mesures de conservation permanentes et efficaces, à faire un emploi approprié et judicieux de leurs terres afin qu'elles produisent la plus grande quantité possible de produits nécessaires sans perdre leur degré de fertilité.

Les pratiques appliquées auparavant plus ou moins bien par certains fermiers, furent améliorées et des méthodes ou pratiques culturales nouvelles furent mises au point. Ainsi apparurent les sillons tracés selon les courbes de niveau, la culture en bandes alternées, les terrasses à lit en pente, des assolements nouveaux introduisant de nouvelles légumineuses, etc... etc...

Mais, ultérieurement, les Pédologues Américains se sont rendus compte que seule une investigation scientifique pouvait permettre un contrôle de l'érosion précis et efficace.

En effet, elle seule pouvait permettre :

- de déterminer quels sont les facteurs prédominants de l'érosion du sol.
- d'étudier l'influence de ces facteurs.
- de "tarer" le phénomène d'érosion sous les multiples conditions du milieu naturel.
- de "tarer" par comparaison, la valeur conservatrice des méthodes et pratiques préconisées.
- de mesurer ainsi le bénéfice tiré de l'application des méthodes de lutte.
- de déterminer finalement quels systèmes de conservation sont les mieux adaptés pour répondre aux problèmes qui se posent dans la mise en valeur d'un lieu aux caractères géographiques, pédologiques et économiques donnés.

Pour cela, il fallait mesurer :

- la perte en eau (c'est-à-dire le volume d'eau ruisselé).
- la perte en terre (c'est-à-dire le volume ou le poids de terre érodé)
- les changements physiques et chimiques se produisant dans le sol
- le rendement des cultures.

sous les méthodes et pratiques culturales préconisées en conservation du sol, dans des conditions géographiques et pédologiques diverses.

Ainsi se dessinent les deux tâches essentielles accomplies actuellement par le Service de la Conservation du Sol aux Etats Unis : il est un organisme technique du Gouvernement des Etats-Unis effectuant, d'une part, des travaux de recherches ; détachant, d'autre part, par l'entremise de plus de 2.200 Districts de Conservation, des Techniciens, pour travailler avec les agriculteurs réclamant leur assistance.

Organisation du Service de la Conservation du Sol - Quelle est son organisation ?

I - La Direction Générale du Service de la Conservation du Sol, sise à Washington, Capitale fédérale, dirige l'ensemble des travaux accomplis dans le Territoire des Etats-Unis.

Elle a, à sa tête, le Directeur Général, plus haute autorité du Service.

Elle est essentiellement composée d'un grand nombre de Divisions, scientifiques ou non, ayant chacune la responsabilité d'un domaine bien déterminé, par exemple : Conservation des Eaux ; Génie Rural ; Prospection ; Etudes Forestières ; Cartographie, etc...

Chaque Division organise, oriente, supervise sur le plan national les travaux du domaine dont elle s'occupe.

2 - Le Territoire des Etats-Unis est divisé en 7 "Régions de Conservation" administrées chacune par un Bureau Régional siégeant dans un "Chef-lieu de Région". Le Bureau Régional a, à sa tête un Directeur Régional placé lui-même sous les ordres du Directeur Général du Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis.

Dans chaque Région, le Directeur et son Bureau dirigent 4 services :

a) - Un service siégeant au chef-lieu de Région et composé de "Divisions" identiques de forme et de but à celles de la Direction générale de Washington, mais dont la tâche s'effectue à l'échelle régionale. Celles-ci et celles-là sont en relations constantes.

b) Un Service administratif (Personnel, Finances, etc...)

c) L'ensemble des Services de Conservation du Sol dispersés dans la Région.

d) Enfin, dans le cadre des Régions de Conservation, fonctionnent les Stations de Recherches Expérimentales, sur l'Erosion et la Conservation des Sols.

Chaque station en effet est contrôlée par le Bureau Directeur de la Région dans laquelle elle se situe, bien que, par ailleurs, elle rende compte également de ses travaux à la Division des Recherches sise à Washington.

3 - Les "Régions de Conservation" étant au nombre de 7, il est évident que chacune englobe plusieurs Etats des Etats-Unis : C'est par Etat qu'il a été choisi d'organiser le réseau des Services de Conservation du Sol travaillant sur le terrain, en contact avec les agriculteurs.

Chaque Etat est divisé en "Districts de Conservation" dirigés chacun par un Chef de District. Dans la zone d'action de chaque District sont disséminés des "Equipes de Travail" (Work Unit).

Un Conservateur d'Etat, résidant à la Capitale d'Etat couvre de son autorité les Chefs de District.

Cette organisation assure tous les travaux de conservation du Sol, à l'exclusion de ceux de Prospection Pédologique, pour lesquels il a été jugé préférable d'établir, toujours par Etat, une organisation séparée.

Aussi existe-t-il à côté du Conservateur d'Etat un Pédologue d'Etat. Celui-ci, par l'intermédiaire de 2 ou 3 Chefs de Travaux de prospection, se partageant le territoire de l'Etat, contrôle le travail de Prospecteurs répartis à raison d'un par District.

L'organigramme suivant (p.7) traduit ce bref exposé d'une organisation parfois complexe dans le détail.

Bien des éléments constitutifs du Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis mériteraient plus un examen détaillé qu'une simple mention. Il est difficilement possible de le faire dans le cadre de cette publication, mais il est nécessaire cependant de porter une attention plus particulière à 2 éléments qui permettent de mieux se rendre compte d'un aspect des plus importants du travail accompli aux Etats-Unis. Ce sont les Districts et les Stations de Recherches.

Place et rôle des Districts - Le "District de Conservation" est par excellence le service travaillant en contact direct avec l'Agriculteur. Il n'est pas un simple rouage du service de la Conservation du Sol : il est une "cellule démocratique locale" travaillant dans le cadre d'un programme d'intérêt national. En effet, si sa création dépend du Gouvernement Fédéral dans la mesure où il est partie constitutive du Service de la Conservation du Sol, il est organisé et géré par les Agriculteurs eux-mêmes "pour protéger contre l'érosion les terres fermières et les pâturages, conserver l'eau de pluie et améliorer la productivité des sols".

Son originalité se marque dès sa naissance.

Lorsqu'en un lieu se posent des problèmes de conservation des sols et que les agriculteurs désirent appliquer des mesures anti-érosives appropriées, ce n'est pas le Service de la Conservation du Sol qui, de prime abord, crée un District. Ce sont les autorités administratives locales qui, après avoir demandé la présence d'un technicien pour les conseiller, dressent elles-mêmes le programme du travail à accomplir. Elles dressent également un projet d'organisation de District, insistant sur les ressources financières possibles, le personnel nécessaire, les spécialistes désirables etc...

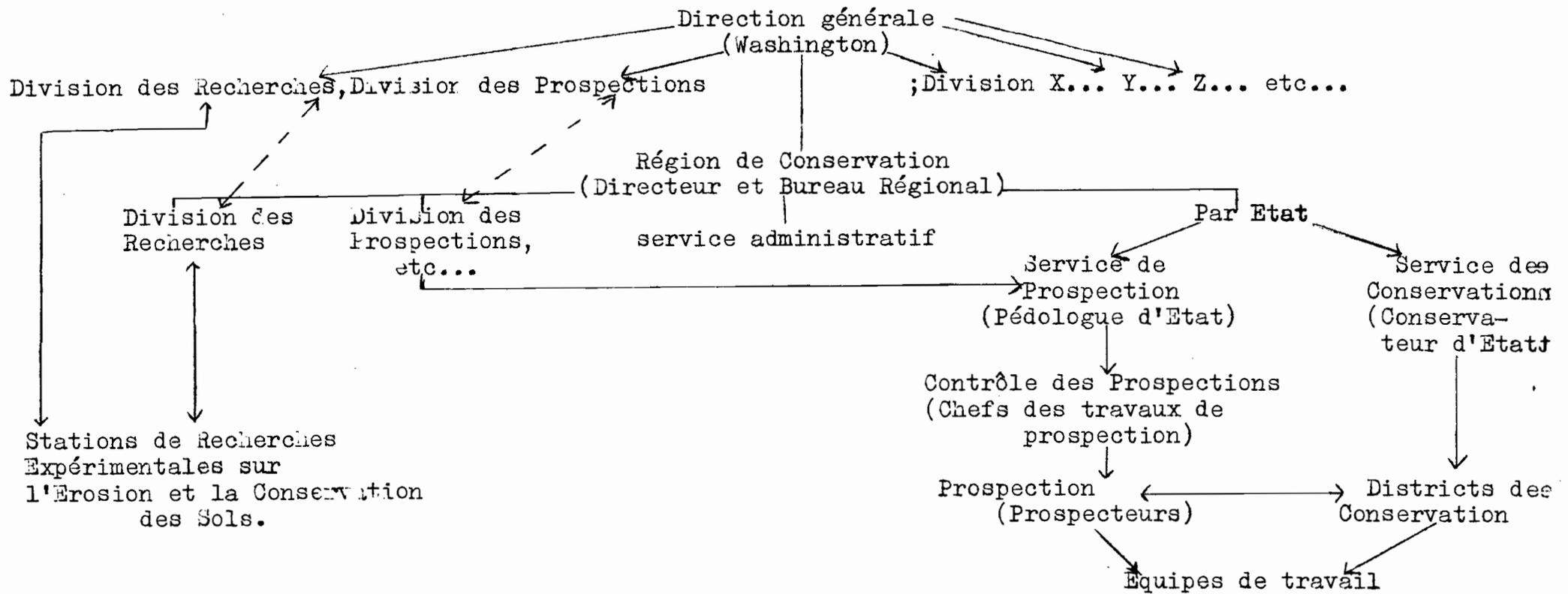
Cette documentation est envoyée alors au Service de la Conservation du Sol qui, à ce stade seulement, décide la création du District, puis nomme et envoie les techniciens demandés y compris un Prospecteur.

Ce District et le Prospecteur s'intègrent alors dans le Service de la Conservation du Sol de la manière indiquée ci-dessus dans l'exposé de l'organisation générale du Service.

Le travail du District a, comme assise, des accords volontairement conclus avec les Agriculteurs.

Le District est habilité à demander et recevoir l'aide des Institutions Gouvernementales tant d'Etats que Fédérales.

Département de l'Agriculture  
-----  
Service de la Conservation du Sol  
-----



Lorsque les Techniciens sont en place au District, le travail de base, le premier travail avant toute chose, est accompli par le Prospecteur.

Le Prospecteur dresse une carte de chaque exploitation agricole ou d'un ensemble d'exploitations situées dans une même unité géographique (dans la plupart des cas, dans un même petit bassin hydrographique).

Cette carte n'est pas purement pédologique (type génétique des sols) mais est une carte de la valeur et de l'utilisation des "Terres".

Ici est abordée une des tâches essentielles du Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis. Les prospections effectuées par lui visent uniquement la reconnaissance et la cartographie de "Terres" classées selon leur valeur et leur utilisation. Ses cartes montrent donc des types de Terres déterminés d'après le type de sol, la pente topographique, le degré d'érosion, les conditions d'utilisation actuelle, les conditions de drainage, etc...

Les types de Terres sont groupés en 8 catégories selon leur aptitude agricole.

Le premier travail du prospecteur étant terminé, un second en découle immédiatement pour lui : dresser pour les entreprises agricoles, un plan d'exploitation qui soit en même temps un plan de conservation. Divers membres du District y participent.

C'est alors qu'apparaît le rôle capital des Stations de Recherches Expérimentales sur l'Erosion et la Conservation des Sols.

Rôle et Place des stations de Recherches Expérimentales sur l'Erosion et la Conservation des Sols. - Quels sont en effet les travaux qui y sont accomplis ? Les investigations scienti-

fiques dont il a été question précédemment visant à permettre un contrôle de l'érosion plus précis et plus efficace, en étudiant l'érosion et ses facteurs, en tarant la valeur conservatrice de méthodes et pratiques culturales, en déterminant les meilleures réponses aux différents problèmes de conservation qui se posent dans le milieu ou se situe chaque station.

Où et comment sont établies les Stations de Recherches ? Le Service de la Conservation du Sol a reconnu et choisi, à travers les Etats-Unis, des régions, non pas géographiques, mais où existe une certaine identité des problèmes agronomiques, pour y placer des Réseaux de Stations.

L'identité des problèmes, dans une région peut-être, par exemple, due à une culture (Cotton Belt ; Corn Belt...) ou à une nature de sol (zone des Terres noires du Texas ; Terres loessiques..) etc...

A l'intérieur des régions ainsi définies, ont été reconnues des zones (plusieurs millions d'hectares) dont le climat, le relief, les sols, la végétation, les cultures, bref le milieu naturel, varient relativement peu. En un point de chacune de ces zones a été choisie une surface de plusieurs centaines d'hectares dont les conditions géographiques et pédologiques sont représentatives de celles dominant dans la zone : c'est là qu'a été installée une Station de Recherches dont l'activité vise une connaissance du phénomène d'érosion et une étude de conservation du sol la plus complète possible.

Ainsi, par exemple, à la "Southern Piedmont Conservation Experiment Station" de Watkinville (Georgie) (400 hectares), ont été étudiés, pendant 10 années consécutives, sur Sols Rouges Podzoliques (série Cecil) :

- L'érosion et le ruissellement sur sol nu et sous culture continue de Coton,
- La perte en eau et en terre sous toutes rotations possibles avec la culture du Coton, en pentes de 3, 7 et 11 %.
- La valeur conservatrice de différentes légumineuses.
- La valeur conservatrice des sillons tracés suivant les courbes de niveau ; des terrasses à lit en pente ; de la culture en bandes alternées, lorsque ces méthodes culturales sont appliquées aux cultures possibles du lieu.
- La variation du pourcentage de matières organiques dans les 10 premiers centimètres du sol, sous toutes les méthodes ou pratiques conservatrices expérimentées.
- Le rendement des cultures etc...

Les conditions du milieu naturel de la Station de Watkinville sont éminemment représentatives de celles d'une zone de 8.900.000 hectares.

Cette Station et cette zone se situent dans une région qui s'étend à travers les Etats de Caroline du Nord, Caroline du Sud, Georgie et Alabama, où l'identité des problèmes agronomiques est la culture du Coton sur le Piedmont des Appalaches et où 4 zones différentes ont amené la création de 4 stations : Auburn, Watkinville, Clemson, Raleigh.

Il découle de tout ceci, que les conclusions pratiques des travaux accomplis dans une Station de Recherches expérimentales sur l'érosion et la conservation du sol sont applicables à une zone de plusieurs millions d'hectares. Les conclusions tirées de la comparaison des résultats obtenus en plusieurs points d'une région où existe une identité des problèmes agronomiques permettent d'apporter une réponse à certains d'entre eux. Enfin, pour un ensemble géographique, des principes de mise en valeur peuvent être dégagés.

Toute l'importance des Stations de Recherches du Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis apparaît alors.

Les résultats des travaux qui y sont accomplis sont les données essentielles sur lesquelles se basent les Prospecteurs lorsqu'ils dressent, pour les entreprises agricoles, un plan d'exploitation qui soit un plan de conservation, sans perdre de vue la rentabilité de celui-ci.

C'est une fois le plan dressé qu'interviennent les techniciens du District de Conservation.

0  
o o

L'intérêt que présentent :

- La Classification des terres selon leur valeur
  - Les Stations de Recherches expérimentales sur l'Erosion et la Conservation des sols,
- nous a donc conduit à les étudier plus particulièrement au cours de la mission "Etude des Sols" faite aux Etats-Unis en 1950-1951.

L'étude de la première question a eu pour conséquence la mise au point d'un projet de légende de Cartes d'Utilisation des Sols dans les Territoires Français d'Outre-Mer.

L'étude de la seconde porte essentiellement sur la méthode d'étude expérimentale de l'érosion et du ruissellement, les résultats obtenus et la construction de l'appareillage nécessaire.

L A P A R C E L L E E X P E R I M E N T A L E

---

M E T H O D E D ' E T U D E E X P E R I M E N T A L E

D E L A C O N S E R V A T I O N D U S O L

D E L ' E R O S I O N

D U R U I S S E L L E M E N T

o

o o

- INTRODUCTION -

La totalité des études entreprises dans les Stations de Recherches sur l'Erosion et la Conservation des Sols se fait sur Parcelles Expérimentales. Celles-ci sont constituées de deux parties :

- le champ expérimental

- En contre-bas, le matériel récepteur d'eau et de terre issues du champ pendant la pluie et le ruissellement.

Trois idées directrices président à leur construction :

- La taille et la forme du champ expérimental doivent être telles que celui-ci puisse être considéré, quelle que soit la pratique ou méthode culturale employée, comme représentatif du milieu naturel.

- La taille du champ doit être relativement petite, afin que les quantités d'eau et de terre recueillies soient aisément mesurables.

- Le matériel récepteur doit être de dimensions telles qu'il puisse contenir la quantité d'eau, chargée de sédiments, attendue après le ruissellement le plus intense qui puisse survenir sous le climat de la station. Il doit en outre permettre la réception de l'eau de ruissellement lorsqu'elle lui parvient à la vitesse maxima susceptible d'être atteinte sous le climat du lieu.

0

o o

## Chapitre I

### LE CHAMP EXPERIMENTAL

- A -

#### DESCRIPTION (figures 1 et 5)

Le champ expérimental est un champ rectangulaire ayant une pente donnée et dont la surface topographique ne présente aucun relief.

Il est limité latéralement et en amont par une petite diguette de terre de 15 à 20 cm de haut ou parfois par une mince plaque métallique de même hauteur.

Dans le cas d'études sur des sols très érodibles, un système de limitation différent peut être employé. La topographie des surfaces séparant les uns des autres une série de champs est modifiée par creusement d'une rigole centrale et apport de terre vers les parties latérales des surfaces séparatrices. La direction du "thalveg" est celle de la pente des champs. Ainsi sont créées de petites "vallées séparatrices" dont les versants ont une pente très faible mais cependant suffisante pour engendrer, à leur limite supérieure, des petits talus de 15 à 20 cm de hauteur, formant les limites latérales des champs expérimentaux (figure 5).

Une modification de la pente du terrain situé en amont du champ, consistant en l'édification d'une surface en légère contre-pente, amène la création d'une limite supérieure de même nature.

En règle générale, le choix du système de limitation du champ expérimental dépend de la méthode culturale prévue.

Il est essentiel que le champ expérimental fonctionne comme un véritable "bassin versant miniature". Il ne doit donc pas risquer de recevoir de l'eau de ruissellement provenant des surfaces environnantes.

Il est recommandé, dans tous les cas, aussi bien pour préserver les bordures de toute détérioration que pour éviter des phénomènes pouvant troubler les études entreprises, d'établir sur les surfaces environnant les champs expérimentaux, une végétation anti-érosive.

- B -

#### DIMENSIONS.

Les dimensions d'un champ expérimental sont essentiellement choisies par l'expérimentateur en fonction du but poursuivi.

La règle fondamentale qu'est la nécessité absolue de ne pas donner au champ une surface trop grande, afin de recueillir un volume d'eau et de terre aisément mesurable, ne doit cependant jamais être oubliée.

Si, par exemple, l'expérimentateur désire étudier la résistance d'un sol à l'érosion ou l'efficacité conservatrice d'une plante, il fixe simplement la longueur et la largeur du champ en tenant compte de la hauteur d'eau maxima susceptible d'être écoulée sous le climat du lieu, afin que le volume d'eau issu de ce champ puisse être stocké dans un système récepteur de taille qui permette une étude aisée et rigoureuse.

Si, autre exemple, l'expérimentateur désire mesurer le ruissellement et l'érosion sur un système de terrasses à lit en pente dans lequel la largeur de chaque terrasse est 20 mètres, il créera des champs expérimentaux de 20 mètres de longueur.

Seul le choix de la largeur des champs est parfois incertain, surtout lorsque ceux-ci doivent être cultivés. Dans les différentes Stations expérimentales du Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis, différentes largeurs de champs ont été adoptées.

Il semble qu'une largeur de 5 à 8 mètres soit bien souvent idéale. Elle diminue le risque de troubles dans le déroulement du phénomène de ruissellement et d'érosion par suite d'effets de bordure ; elle permet d'autre part l'emploi de machinerie agricole sur un ensemble de champs expérimentaux.

Il est évident que pour certaines études, telle celle de la résistance d'un sol nu à l'érosion, des parcelles de moins grande dimension suffisent.

0  
o o

## C h a p i t r e II

### LE SYSTEME RECEPTEUR

- A -

#### CONSTITUTION DU SYSTEME RECEPTEUR.

Les parties constitutives du système récepteur sont :

Une gouttière collectrice, située en aval du champ expérimental et formant la limite inférieure de celui-ci. Son rôle est de collecter l'eau et la terre issues du champ pendant le ruissellement et l'érosion.

Un canal d'adduction, conduisant l'eau et les sédiments de la gouttière collectrice vers une première cuve réceptrice.

Plusieurs cuves successives, communiquant par des Partiteurs. En elles, s'accumulent l'eau ruissellée et les éléments solides entraînés, dont la mesure est ainsi possible.

0

o o

- B -

#### DESCRIPTION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME RECEPTEUR.

La gouttière collectrice, le canal d'adduction et les cuves réceptrices ont été jusqu'à présent, et sont encore bien souvent, métalliques. Récemment, pour des raisons d'économie, le ciment a été employé pour leur construction et s'avère être un matériau entièrement satisfaisant.

Les Partiteurs sont toujours métalliques.

La forme et l'agencement dans le détail des différents éléments du système récepteur peuvent évidemment varier pour de nombreuses raisons : moyens financiers, espace possédé pour la construction, etc... Cependant les deux descriptions suivantes, l'une du système récepteur utilisé à Watkinsville (U.S.A.) (Southern Piedmont Conservation Experiment Station) et entièrement métallique ; l'autre, de celui utilisé à Tifton (U.S.A.) (Georgia Coastal Plain Experiment Station), construit en ciment (gouttière collectrice, canal d'adduction, cuves) et métal (partiteurs), décrivent deux systèmes des plus courants et certainement les mieux adaptés aux études entreprises.

#### I - Le système récepteur de la "Southern Piedmont Conservation Experiment Station" Watkinsville - Georgie (entièrement métallique.) (figure 1)

##### 1) La Gouttière collectrice.

Elle a la forme d'un parallélépipède rectangle, d'une largeur de 25 à 30 centimètres, d'une hauteur de 20 à 25 cm et d'une longueur égale à la largeur du champ expérimental.

Sa paroi située de côté du champ se prolonge à angle droit par une petite bande métallique venant ainsi se poser à plat

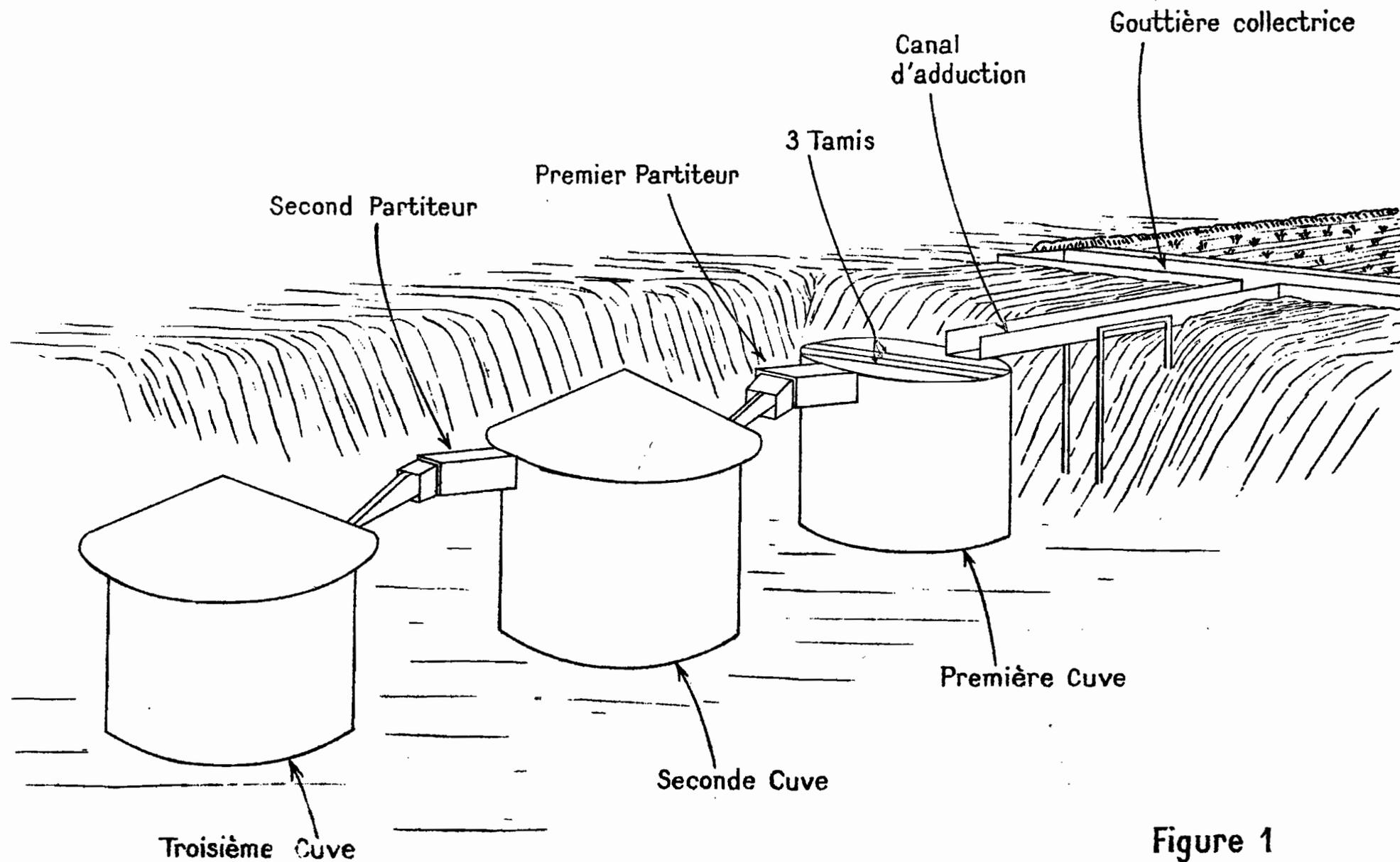


Figure 1

sur le sol auquel elle doit adhérer fortement. Cette bande facilite l'entrée de l'eau et de la terre dans la gouttière, et supprime tout risque d'infiltration le long de la face extérieure de la paroi (figure 2).

Le fond de la gouttière est en très légère pente, longitudinalement, vers l'orifice du canal d'adduction, pour éviter toute retenue d'eau et de terre.

## 2) Le canal d'adduction.

Il prend naissance au milieu de la paroi aval de la gouttière collectrice et conduit l'eau, chargée de sédiments, de celle-ci à une première cuve réceptrice. Sa section a la forme montrée par la figure 1

Sa largeur est de 25 à 30 centimètres, sa hauteur, 20 à 25 centimètres. Il a une pente de 2%, pente nécessaire pour empêcher les éléments solides de se déposer.

## 3) La première cuve réceptrice. (figure 3)

Elle reçoit l'eau et la terre amenées de la gouttière collectrice par le canal d'adduction. Sa forme est cylindrique. Ses dimensions découlent évidemment du volume d'eau maximum qu'elle doit pouvoir contenir.

Afin de rendre plus aisé le calcul de la perte en terre et d'éliminer, au cours de ce calcul, des risques d'erreurs, il est nécessaire de retenir dans la première cuve les éléments solides relativement volumineux. Ils se déposeront au fond.

A cette fin se trouvent dans la première cuve 3 tamis verticaux de hauteur égale à celle de la cuve. Le premier est constitué d'un grillage à ouvertures moyennes (ouvertures carrées de 0 cm 60 à 0 cm 65 de côté) ; le second et le troisième d'un grillage fin (ouvertures carrées de 0 cm 3 de côté).

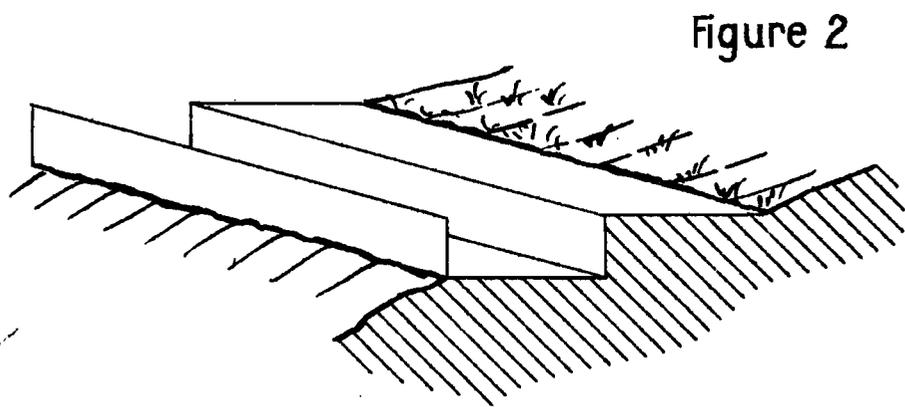
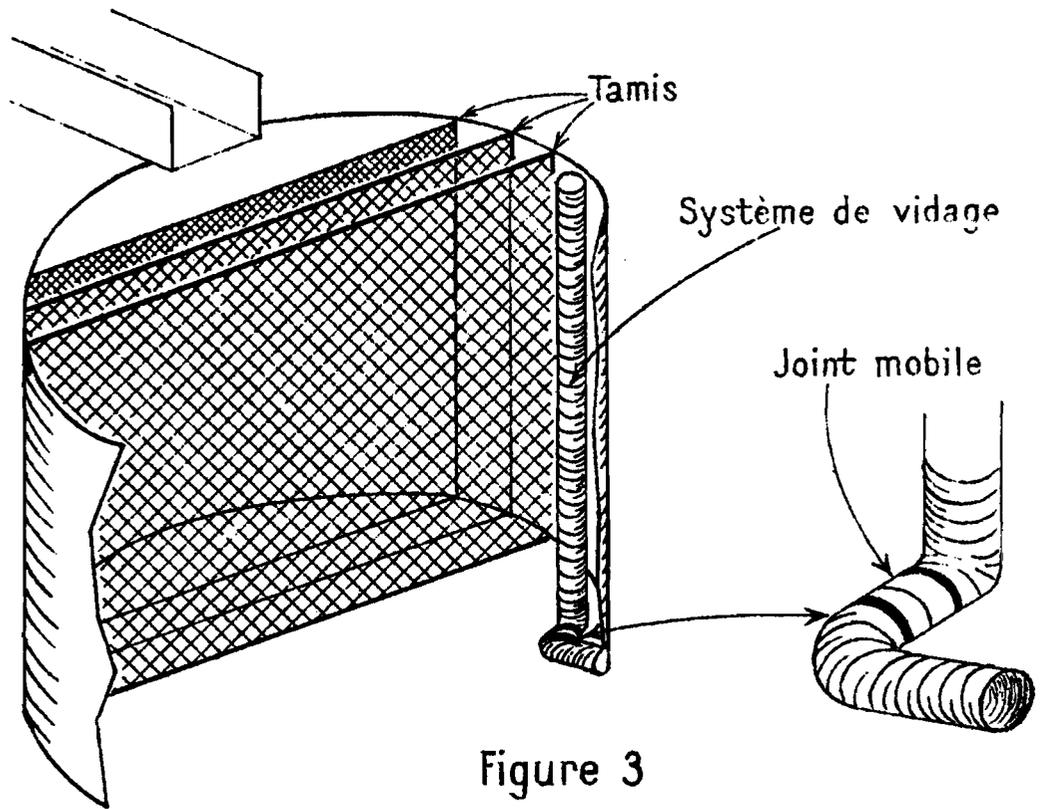
L'évaluation obligatoire du volume de ces dépôts de fond nécessite l'existence d'un système particulier de vidage de la cuve, permettant l'évacuation de l'eau sans évacuation des dépôts.

Le vidage s'effectue par un tuyau ayant une position verticale en période de non-utilisation et s'articulant sur une pièce doublement coudée aboutissant à un orifice situé à la base de la paroi du cylindre. L'inclinaison progressive du tuyau à l'intérieur de la cuve provoque le vidage de celle-ci de haut en bas. L'arrêt de l'inclinaison du tuyau sur le plan supérieur de la masse des sédiments déposés évite un écoulement de ceux-ci. (figure 3)

Il découle de ceci que la longueur du tuyau de vidage doit être plus petite que celle du diamètre de la cuve et légèrement plus grande que la hauteur de l'eau dans la cuve lorsque celle-ci est pleine.

Il apparaît que la première cuve réceptrice doit avoir un diamètre plus grand que sa hauteur.

Il est rarement possible de recueillir toute l'eau de ruissellement dans une seule cuve réceptrice. Il est même nécessaire de ne recueillir dans la seconde, lors de ruissellements in-



tenses, qu'une fraction très exactement connue de l'eau de ruissellement, afin que les cuves gardent une taille permettant l'exécution facile et sûre des opérations à effectuer (cette question sera reprise ultérieurement (cf. chapitre II C-II)

L'emploi d'un canal muni d'un partiteur, pour relier les cuves entre elles, répond à cette obligation.

#### 4) Le Partiteur (figure 4)

Lorsque la capacité maxima de retenue d'eau dans la première cuve est atteinte, l'eau s'écoule vers la seconde à travers un partiteur.

Ce partiteur est un canal de section rectangulaire. Il est ouvert à l'extrémité située vers la première cuve réceptrice, afin que l'eau y pénètre. Le fond du canal doit être strictement horizontal et exactement de niveau avec le plan supérieur de l'eau lorsque la capacité maxima de retenue d'eau est atteinte. La hauteur de la cuve doit donc être, nécessairement, au moins égale à la somme de la hauteur maxima dans la cuve de l'eau et de la hauteur du partiteur afin que l'écoulement se fasse de manière normale, sans débordements.

L'extrémité aval du partiteur est fermée par une plaque métallique percée d'un nombre impair de fentes de taille et forme absolument identiques. Les fentes peuvent aussi être réalisées à l'aide d'une série de plaques verticales et équidistantes, barrant l'orifice aval. Seule l'eau s'écoulant à travers la fente centrale est recueillie dans un conduit et dirigée vers la seconde cuve. L'eau passant à travers les autres fentes se perd hors du système récepteur.

Le partiteur permet donc de ne recueillir qu'une fraction très exactement connue de l'eau qui le traverse ; le nombre de fentes conditionne ce fractionnement (un partiteur de 7 fentes par exemple, permet de ne recueillir que le 1/7 de l'eau).

Les caractéristiques du partiteur (nombre et taille des fentes, dimensions du canal, etc...) dépendent du débit maximum qu'il permet. Lorsqu'un partiteur est employé, il doit essentiellement pouvoir permettre l'écoulement de l'eau lorsque celle-ci lui parvient à la vitesse maxima d'écoulement qu'elle peut avoir.

Il existe des partiteurs de taille différente, ayant chacun un débit différent. Leur construction, basée sur des calculs hydrologiques, sera exposée ultérieurement (cf : chapitre II C-II-3 et chapitre III, C)

#### 5) La seconde cuve réceptrice

Sa forme est cylindrique. Ses dimensions découlent également du volume d'eau qu'elle doit pouvoir contenir.

Comme seuls sont passés avec l'eau des éléments solides en suspension, aucun tamis n'existe dans cette cuve et son vidage s'opère par l'ouverture d'un orifice quelconque situé à sa base.

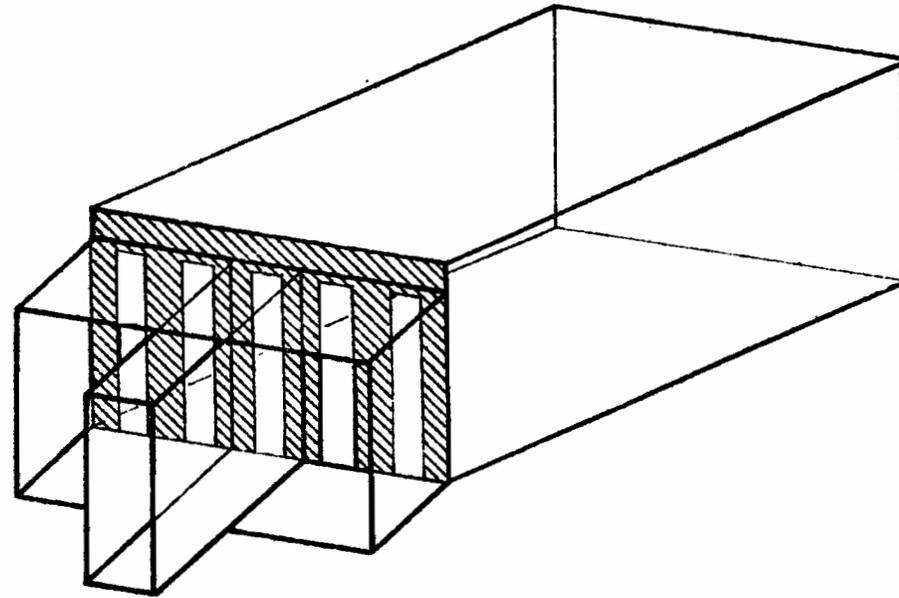
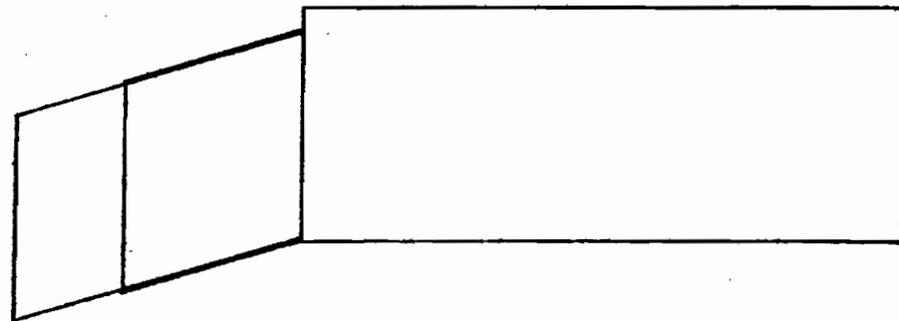


Figure 4



- 6) Si l'existence d'une troisième cuve est nécessaire, celle-ci est reliée à la seconde par un partiteur et les règles qui régissent sa construction sont identiques à celles régissant la construction de la seconde.

## II - Le Système récepteur de la "Georgia Coastal Plain Experiment Station"; Tifton - Georgie (métal et ciment). (figure 5)

### 1) La gouttière collectrice.

La gouttière collectrice est construite en ciment et a une forme dissymétrique. Elle est constituée d'un petit plan incliné d'environ 50 cm, faisant suite au champ expérimental. L'eau issue de ce dernier ruisselle sur le plan et s'accumule arrêtée par la paroi aval de la gouttière, paroi qui est verticale (figure 6)

L'eau s'écoule alors dans le canal d'adduction.

### 2) Le canal d'adduction

Il est construit en ciment. Il a les mêmes caractéristiques que celui utilisé à la "Southern Piedmont Conservation Experiment Station", (cf : ci-dessus chapitre II B-I-2).

### 3) Les cuves réceptrices

Elles sont au nombre de deux, construites en ciment et situées côte à côte. Elles ont toutes deux la forme d'un parallélépipède rectangle. Pratiquement elles sont réalisées par la séparation en deux d'une grande cuve.

La première reçoit l'eau et les sédiments amenés de la gouttière collectrice par le canal d'adduction. Ses dimensions découlent du volume d'eau qu'elle doit pouvoir contenir.

En vue de retenir dans cette première cuve les éléments grossiers, 3 rainures verticales sur les parois A et C (figure 7) permettent de glisser 3 tamis. Le premier est constitué simplement d'une plaque métallique moins haute que la hauteur maxima d'eau dans la cuve. Le second, plus haut que cette hauteur maxima d'eau, est constitué à sa partie supérieure d'une plaque métallique et à sa partie inférieure d'un grillage à larges ouvertures. Le troisième enfin est constitué d'un grillage fin.

Ce qui a été dit précédemment, au cours de la description du système récepteur utilisé à Watkinsville, au sujet de l'estimation des dépôts de fond et du système particulier de vidage, est également valable ici.

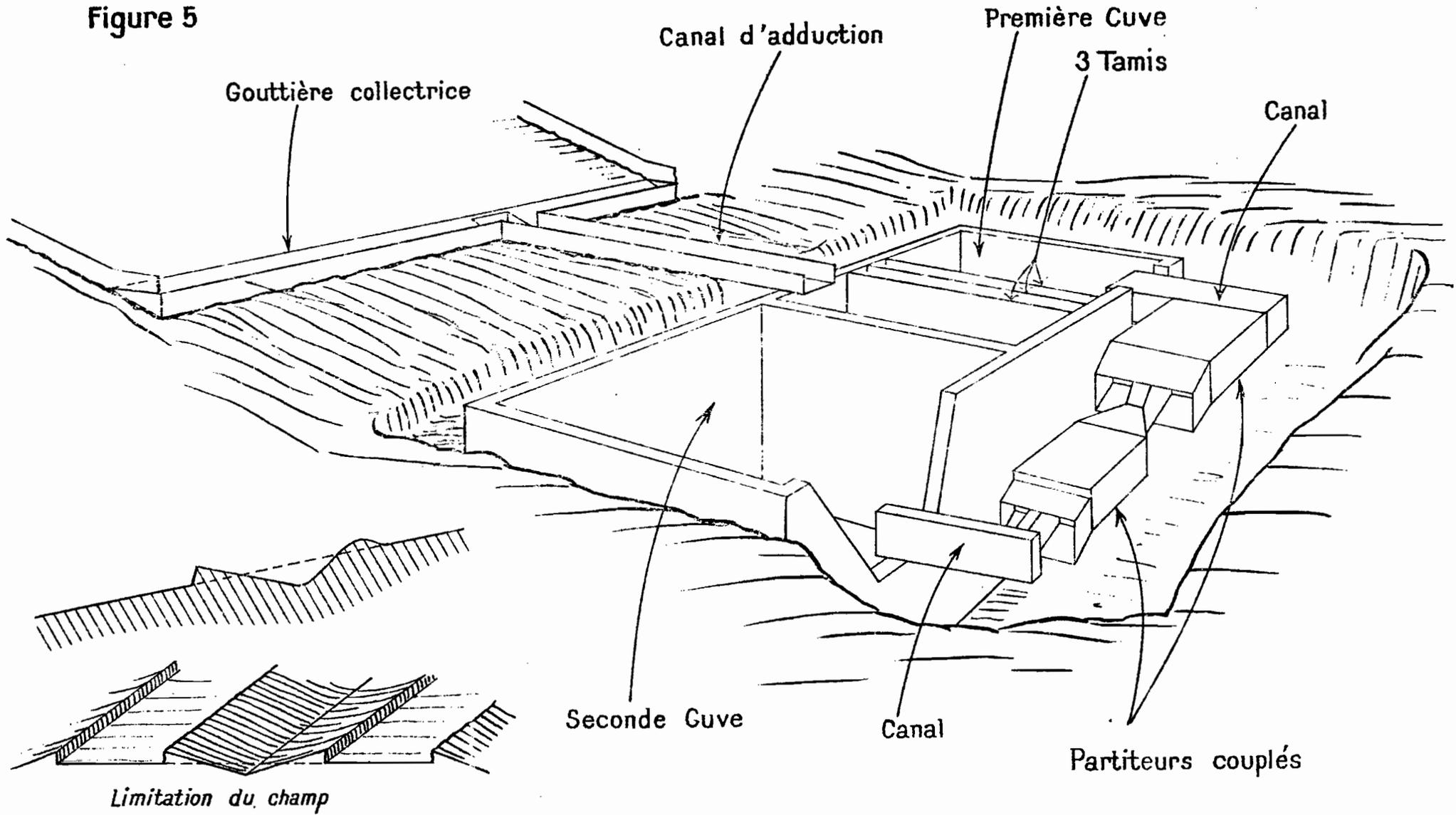
Lorsque la capacité maxima de retenue d'eau dans la première cuve est atteinte, l'eau s'écoule vers la seconde suivant le processus décrit à propos du système récepteur précédent.

La seconde cuve est établie suivant les principes donnés pour l'établissement de la seconde cuve du système récepteur de Watkinsville.

### 4) Le passage de l'eau de la première à la seconde cuve.

Ce passage s'effectue rarement à travers un seul partiteur, comme dans le cas précédent, mais par l'intermédiaire d'un

Figure 5





ensemble de 2 partiteurs, afin de ne retenir qu'une très petite fraction de l'eau écoulée, étant donné que les cuves ne sont qu'au nombre de deux. Deux partiteurs couplés permettent en effet de ne retenir, si le premier à x fentes et le second y fentes, que  $\frac{1}{x} \times \frac{1}{y}$  de l'eau qui les traverse. Les deux cuves étant côte à côte, l'ensemble des partiteurs se situe extérieurement, le long de la paroi C (figure 5).

L'eau est amenée de la première cuve aux partiteurs, puis conduite à la seconde après passage à travers ceux-ci, chaque fois par un canal coudé dont les dimensions sont fonction du rôle qui leur est dévolu.

- C -

#### DETERMINATION DE LA CONSTITUTION D'UN SYSTEME RECEPTEUR ET DES DIMENSIONS DE SES ELEMENTS CONSTITUTIFS.

Il a été dit, en introduction à cette étude sur les parcelles expérimentales, que le système récepteur doit être de dimensions telles qu'il puisse contenir la quantité d'eau et de sédiments attendue après le ruissellement le plus intense qui puisse survenir sous le climat du lieu d'étude, et doit permettre la réception de l'eau lorsqu'elle lui parvient à la vitesse maxima susceptible d'être atteinte.

Ceci est aisément concevable. Une parcelle expérimentale doit pouvoir permettre une étude du ruissellement et de l'érosion dans un lieu, quelles que soient l'intensité et la grandeur du phénomène en ce lieu. Le système récepteur doit donc avoir une taille permettant d'étudier le phénomène lorsque celui-ci atteint le maximum d'intensité et de grandeur qu'il puisse avoir au lieu d'étude.

#### I - CARACTERISTIQUES ET DIMENSIONS DE LA GOUTTIERE COLLECTRICE ET DU CANAL D'ADDUCTION.

Elles ont été fournies précédemment (chapitre II, B-I,1,2)

Les dimensions citées sont celles communément données à ces deux éléments aux Etats-Unis. Si elles sont recommandables (un canal d'adduction de 30 centimètres de large et 25 centimètres de haut, ayant une pente de 2 % permet un écoulement de 0,20 m<sup>3</sup> par seconde), il est évident qu'elles ne sont pas immuables, le rôle de ces deux éléments étant simplement de recueillir l'eau et les sédiments issus d'un champ et de les acheminer dans les meilleures conditions possibles aux cuves réceptrices qui permettent l'évaluation du ruissellement et de la perte en terre.

Il n'a pas été parlé de la longueur du canal d'adduction. Elle est variable et dépend de l'éloignement entre la gouttière collectrice et la première cuve. Cette distance n'a aucune importance dans le fonctionnement du système.

...

## II - METHODE DE DETERMINATION DE LA COMPOSITION D'UN SYSTEME RE- CEPTEUR : TAILLE ET NOMBRE DE CUVES ET DE PARTITEURS.

Il est difficilement possible de concevoir un système récepteur constitué d'une seule cuve réceptrice. Un système récepteur pour permettre l'étude du phénomène de ruissellement et d'érosion en un lieu, doit rendre possible la retenue du volume d'eau qui ruisselle du champ expérimental lorsque le phénomène atteint son maximum de grandeur et d'intensité. L'emploi d'une seule cuve pour cette opération nécessiterait une cuve réceptrice de très grande taille.

Par exemple un ruissellement de 40 m<sup>3</sup> d'eau conduirait à la construction d'une cuve d'au moins 5 mètres de long, 4 mètres de large et 2 mètres de haut.

Mais, lors de ruissellements moins intenses les opérations de prélèvement d'échantillons en vue d'estimer la perte en terre et celles du calcul du volume d'eau écoulé seraient d'exécution difficile et de valeur contestable, étant donné qu'alors la lame d'eau contenue dans l'unique cuve sera de très faible épaisseur.

Ainsi 2m<sup>3</sup> d'eau parvenant à la cuve de dimensions citées ci-dessus, se traduiraient par une lame d'eau de 0m10 d'épaisseur située à 1m90 du sommet de la cuve. Son examen, comme tout prélèvement d'échantillons, offrirait à l'observateur de multiples difficultés.

Il est absolument nécessaire que les dimensions des cuves réceptrices permettent d'effectuer des opérations manuelles aisées et des observations scientifiques de valeur certaine.

L'emploi de deux ou plusieurs cuves, communiquant par des partiteurs répond à cette nécessité.

### 1) Problèmes à résoudre.

- Quel doit être le nombre de cuves réceptrices ?
- Quel doit être le volume de chacune d'elles ?
- Quel doit être le type du ou des partiteurs employés, type caractérisé par le nombre et la taille des fentes ?

Telles sont les questions essentielles qui se posent.

Après ce qui a été dit précédemment, il est évident qu'elles se résolvent tout d'abord par la connaissance :

- du volume maximum d'eau susceptible de ruisseler du champ à la suite d'une pluie ou du laps de temps intéressant l'observateur.
- de l'intensité maxima du ruissellement, en mètres cubes par seconde, susceptible de survenir du champ expérimental.

Ces deux données seront des données présumées, déduites de l'examen des annales météorologiques ou hydrologiques relatives au lieu d'installation des parcelles expérimentales.

Données de base pour la détermination de la composition d'un système récepteur, leur méthode de calcul sera tout d'abord fournie.

- 2) Calcul du volume maximum présumé d'eau pouvant ruisseler d'un champ expérimental, sous le climat du lieu, à la suite d'une pluie ou d'un certain laps de temps.

Calcul de l'intensité maxima présumée du ruissellement, en mètres-cubes par seconde, issu d'un champ expérimental.

Ces données, absolument nécessaires pour l'établissement d'un système récepteur, se calculent à l'aide de :

- a) la surface du champ expérimental
- b) la plus grande hauteur d'eau jamais ruisselée sous le climat du lieu, à la suite d'une pluie ou d'un laps de temps
- c) la plus grande hauteur d'eau jamais ruisselée en une seconde, sous le climat du lieu.

a) La surface du champ expérimental est déterminée par l'expérimentateur. Cette donnée est donc connue.

b) Les annales météorologiques ou hydrologiques permettent de trouver quelle est la plus grande hauteur d'eau qui ait jamais été écoulée, sous le climat d'un lieu, à la suite d'une pluie ou d'un laps de temps.

Généralement, cette plus grande hauteur d'eau écoulée a été la conséquence de la plus haute précipitation jamais enregistrée sous le climat du lieu. En l'absence de cette première donnée, la seconde peut être prise pour effectuer les calculs nécessaires. La dimension des éléments du système récepteur sera encore plus certainement satisfaisante.

c) Les mêmes annales permettent de déterminer l'intensité maxima du ruissellement observée sous le climat du lieu, c'est-à-dire la plus grande hauteur d'eau jamais écoulée par seconde.

Les valeurs exprimées en centimètres par heure, ou par 30 minutes, ou par 20 minutes ; parfois, en l'absence d'études précises, en centimètres par 12 ou 24 heures, serviront de base à l'établissement de cette donnée.

A défaut de ce renseignement la plus intense précipitation (hauteur d'eau tombée par seconde) sera prise en considération. Il est probable que ces valeurs maxima, basées sur une étude du passé ne seront dépassées dans l'avenir qu'en cas de phénomènes pluviométriques tout à fait exceptionnels.

Aussi peut-on les considérer comme représentatives des valeurs maxima susceptibles d'être atteintes.

Elles seront évidemment d'autant plus exactes que la période des études météorologiques sera grande.

Lorsqu'elles sont connues et attendu que le champ expérimental est un véritable bassin versant miniature, le calcul des données recherchées est le suivant:

- Calcul du volume maximum d'eau ruisselé d'un champ expérimental sous le climat du lieu.

Si la surface d'un champ expérimental est S, et la hauteur d'eau maxima écoulée sous le climat du lieu, H ; le volume d'eau maximum que le système récepteur devra permettre d'évaluer est :

$$S \times H$$

A Watkinsville (Georgie. U.S.A.) par exemple, la lame d'eau maxima écoulee à la suite d'une pluie à une hauteur de 0m20. Un système récepteur recevant l'eau issue d'un champ de 200 m<sup>2</sup> devra permettre d'évaluer

$$200 \text{ m}^2 \times 0\text{m}20 = 40 \text{ m}^3 \text{ d'eau.}$$

Ainsi le phénomène de ruissellement et d'érosion pourra être étudié sur ce champ quelle que soit sa valeur quantitative.

- Calcul de l'intensité maxima du ruissellement issu d'un champ expérimental.

Si l'intensité maxima du ruissellement, exprimée en hauteur d'eau écoulee par seconde, est, en un lieu, I, le volume d'eau qui parviendra en 1 seconde au système récepteur est :

$$I \times S$$

S étant la surface du champ expérimental.

Ainsi en continuant le même exemple numérique, à Watkinsville, l'intensité maxima du ruissellement est 0 m 20 de hauteur d'eau écoulee en 1 heure.

Il s'écoule donc chaque seconde une hauteur d'eau de

$$\frac{0 \text{ m } 20}{3600} \equiv 0\text{m},000055$$

D'un champ de 200 m<sup>2</sup> parviendra chaque seconde au système récepteur un volume d'eau de

$$200 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m } 000055 = 0 \text{ m}^3,011$$

L'intensité maxima d'écoulement est 0,011 m<sup>3</sup>/sec.

$$\begin{matrix} 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}$$

Une fois connues ces données climatiques, de multiples solutions s'offrent pour la constitution d'un système récepteur. En effet pour atteindre le but recherché (estimation très exacte d'un volume d'eau et de terre) il est laissé à l'expérimentateur une certaine possibilité de combiner de diverses manières, cuves réceptrices et partiteurs.

Les deux descriptions des systèmes récepteurs utilisés à Watkinsville et Tifton (Chapitre II. B) mettent ce fait en lumière.

Dans un cas, Watkinsville, le nombre de cuves réceptrices n'a pas été fixé par avance. Les valeurs maxima présumées du ruissellement en volume et en intensité, et les partiteurs employés, règlent le nombre et la taille des cuves.

A Tifton, par contre, il a été décidé de n'utiliser que 2 cuves réceptrices. Il a fallu alors réaliser une combinaison de partiteurs (2 partiteurs couplés) telle, que les cuves gardent une taille acceptable pour l'exactitude scientifique désirée, tout en retenant le volume d'eau nécessaire. Les valeurs maxima présumées du ruissellement, en volume et en intensité dirigent, dans ce cas, le choix des partiteurs. De ce dernier découle alors la taille des cuves.

Par ailleurs, enfin, le phénomène étudié peut revêtir, en un lieu donné, un caractère tel qu'il soit possible de ne recueillir qu'une partie seulement de l'eau et des sédiments, directement à l'issue du champ expérimental. On peut alors terminer le canal adducteur par un partiteur et n'utiliser qu'une seule cuve.

Etant donnée la multiplicité des combinaisons possibles, plusieurs exemples d'établissement d'un système récepteur vont être donnés, bien que cette opération soit dirigée par un certain nombre de règles invariables.

Auparavant il est nécessaire de connaître :

- le débit maximum permis par les différents types de partiteurs,
- le volume maximum que peut avoir une cuve réceptrice.

3) Débit maximum permis par les différents types de Partiteurs.

Le débit :  $Q$  m<sup>3</sup>/sec. des différents types de partiteurs, types caractérisés par le nombre et la taille des fentes, est calculé par la formule

$$Q \text{ m}^3/\text{sec.} = n (k \times H \times \sqrt{2g \frac{H}{2}})$$

dans laquelle

- $n$  = nombre de fentes du partiteur
- $H$  = hauteur de la fente en mètres
- $l$  = largeur de la fente en mètres
- $g$  = 9,81
- $k$  = 0,66

La taille des fentes les mieux adaptées à l'étude du ruissellement et de l'érosion est :

1 cm 25	de largeur	sur	10 cm	de hauteur
2 cm 50	"	"	15 cm	"
2 cm 50	"	"	20 cm	"
2 cm 50	"	"	30 cm	"

Le débit permis par chacune de ces fentes est :

0,00081675	m <sup>3</sup> /sec	pour la fente de :	$l = 1\text{cm}25$ ;	$H=10\text{cm}$
0,003002175	m <sup>3</sup> /sec	" " "	$l = 2\text{cm}50$ ;	$H=15\text{cm}$
0,00462	m <sup>3</sup> /sec	" " "	$l = 2\text{cm}50$ ;	$H=20\text{cm}$
0,00848925	m <sup>3</sup> /sec	" " "	$l = 2\text{cm}50$ ;	$H=30\text{cm}$

Le débit maximum des différents types de partiteurs est fourni dans le tableau suivant :

Nombre de fentes:	Largeur de la fente	Hauteur de la fente	Débit en m <sup>3</sup> /sec.
3	1 cm 25	10 cm	0.00245025
5	1 " 25	10	0.00408375
7	1 " 25	10	0.00571725
9	1 " 25	10	0.00735075
II	1 " 25	10	0.00898425
3	2 " 50	15	0.009006525
5	2 " 50	15	0.015010875
7	2 " 50	15	0.021015225
7	2 " 50	20	0.03234
9	2 " 50	20	0.04158
II	2 " 50	20	0.05082
13	2 " 50	20	0.06006
9	2 " 50	30	0.07640325
II	2 " 50	30	0.09338175
13	2 " 50	30	0.11036025

4) Volume maximum d'une cuve réceptrice.

L'expérience acquise par les Pédologues des Etats-Unis en matière de construction de système récepteurs permet de fixer le maximum du volume d'eau qu'une cuve doit pouvoir contenir à 60 pieds-cubes soit 1 m<sup>3</sup> 70.

Les dimensions alors données à une cuve cylindrique sont :

Hauteur 1 m 25  
Diamètre 1 m 60

- celles d'une cuve rectangulaire sont :

Hauteur 1 m 20  
Largeur 1 m 20  
Longueur 1 m 80

Une retenue d'eau de 1 m<sup>3</sup> 70 se traduira par un remplissage de la cuve cylindrique sur une hauteur de 0 m 845 ; de la cuve rectangulaire sur une hauteur de 0 m 787.

Dans les deux cas, 0 m 40 environ de hauteur supplémentaire permettent l'installation du partiteur et offrent une marge de sécurité.

0  
o o

Les 4 facteurs influant sur la constitution d'un système récepteur étant étudiés, il est possible maintenant d'aborder la question de la méthode de détermination de cette constitution.

0  
o o

5) Méthode de détermination de la constitution d'un système récepteur et des dimensions de ses éléments constitutifs (cuves et partiteurs).

Plusieurs exemples vont servir à expliquer et illustrer cette méthode :

A.- Etablissement d'un système récepteur dont le nombre de cuves n'est pas limité (1er exemple)

Soit un projet d'installation de parcelles expérimentales pour étudier en une région le ruissellement et l'érosion et basé sur les données suivantes :

- Les champs expérimentaux auront 30 mètres de long sur 6 mètres de large, soit une surface de 180 m<sup>2</sup>.
- Les annales météorologiques du lieu ne donnent aucun renseignement sur le ruissellement mais révèlent que la pluie la plus intense jamais observée est d'une valeur de :

$$\text{hauteur d'eau tombée en 1 heure} = 0 \text{ m } 20$$

et que la plus grande précipitation jamais tombée est d'une hauteur de 0 m 25.

Le processus à suivre est le suivant :

1 - Calcul des données de base.

a) Intensité maxima présumée des précipitations (suppléant l'intensité maxima présumée du ruissellement.)

Si une hauteur d'eau de 0 m 20 est tombée en 1 heure, il s'est accumulé sur une surface de 180 m<sup>2</sup> un volume d'eau de :

$$180 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m} 20 = 36 \text{ m}^3$$

pendant le même temps.

En supposant que ce volume d'eau ruisselle totalement, 36 m<sup>3</sup> parviendront au système récepteur en 1 h.

En 1 seconde parviendra au système récepteur :

$$\frac{36 \text{ m}^3}{3.600} = 0 \text{ m}^3 01$$

L'intensité maxima présumée d'écoulement d'eau est donc : 0,01 m<sup>3</sup>/sec.

b) Volume maximum présumé d'eau tombé au cours d'une précipitation (suppléant le volume maximum présumé d'eau, ruisselé à la suite d'une précipitation)

Si la plus grande hauteur d'eau jamais tombée est 0 m 25, et que toute cette eau s'écoule ; d'un champ de 180 m<sup>2</sup> parviendra au système récepteur un volume d'eau de :

$$180 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m} 25 = 45 \text{ m}^3$$

2 - Volume de la première cuve.

Attendu que le système récepteur doit permettre d'évaluer jusqu'à 45 m<sup>3</sup> d'eau, le volume de la première cuve peut être maximum c'est-à-dire permettre une retenue d'eau de 1 m<sup>3</sup> 70.

3 - Choix du partiteur faisant communiquer la première et la seconde cuve.

Puisque 1 m<sup>3</sup> 70 d'eau seront retenus dans la première cuve, il est évident que d'autres cuves seront nécessaires. Il est recommandé que ces dernières, également, ne recueillent pas un volume plus grand d'eau. (cf. chapitre II C-II.4).

De ce fait découle l'emploi de partiteurs pour faire communiquer les cuves car ils permettent la retenue d'une fraction exactement connue de l'eau qui les traverse.

a) Puisque 1 m<sup>3</sup> 70 d'eau sont retenus dans la première cuve,

$$45 \text{ m}^3 - 1 \text{ m}^3 70 = 43 \text{ m}^3 30$$

restent à devoir être évalués.

b) Le partiteur faisant communiquer la première et la seconde cuve doit avoir un débit légèrement supérieur au débit de l'eau qui le traversera lorsque l'intensité maxima de ruissellement est atteinte.

L'intensité maxima présumée du ruissellement étant ici 0,01 m<sup>3</sup>/sec., le partiteur faisant communiquer la première et la seconde cuve devra avoir un débit supérieur à 0,01 m<sup>3</sup>/sec.

En se reportant au tableau de la page 23, il apparaît que seuls conviennent les partiteurs de :

5 et 7 fentes de 2cm5 de largeur et 15cm de hauteur			
7,9,11 et 13 " " 2cm5	"	20cm	"
9,11 et 13 " " 2cm5	"	30cm	"

c) Il est recommandé d'employer un partiteur dont le débit ne soit pas trop supérieur au débit d'eau issu du champ, lorsque l'intensité maxima de ruissellement est atteinte.

En effet, en cas contraire, il y aurait, lors de ruissellements moins intenses, risques de troubles au cours de l'écoulement de l'eau à travers le partiteur : par exemple écoulement de volumes d'eau inégaux par chaque fente, lorsque la lame d'eau est très peu haute dans le canal et le nombre de fentes relativement grand.

Il est essayé généralement d'employer, pour un débit donné, le partiteur ayant dans le tableau de la page 23 la valeur de débit immédiatement supérieure. Ceci n'est cependant pas une règle immuable. Il faut parfois la transgresser pour une raison de construction pratique.

Dans le cas présent, le choix doit se porter sur un partiteur de 5 fentes de 2cm5 de largeur et 15cm de hauteur.

d) Puisqu'un partiteur de 5 fentes est choisi, 1/5 de l'eau qui le traversera sera recueilli dans la seconde cuve, soit :

$$\frac{43\text{m}^3 30}{5} = 8 \text{ m}^3 66.$$

4 - Volume de la seconde cuve.

La seconde cuve peut avoir, comme la première, un volume permettant une retenue d'eau de 1 m<sup>3</sup> 70.

Lorsqu'elle aura recueilli ce volume d'eau, resteront à être évalués :

$$8 \text{ m}^3 \text{ 66} - 1 \text{ m}^3 \text{ 70} = 6 \text{ m}^3 \text{ 96}$$

Une troisième cuve est nécessaire, communiquant avec la seconde par un partiteur.

5 - Choix du partiteur faisant communiquer la seconde et la troisième cuve.

Lorsque l'eau de ruissellement, issue du champ expérimental, passe de la première dans la seconde cuve, elle traverse un partiteur de 5 fentes de 2 cm 5 de largeur et 15 cm de hauteur.

Mais seule l'eau passant par une fente, la fente centrale, est recueillie dans la seconde cuve. Le débit maximum de l'eau de ruissellement sera donc, à partir de ce moment, celui permis par cette fente. Il est connu (voir chapitre II, C, II.3)

Le débit du partiteur faisant communiquer la seconde et la troisième cuve devra lui être supérieur.

En résumé : Le partiteur faisant communiquer la seconde et la troisième cuve doit avoir un débit supérieur au débit maximum permis par 1 fente du partiteur faisant communiquer la première et la seconde cuve.

Dans le cas actuel sera choisi un partiteur à 5 fentes de 1 cm 25 de largeur et 10 cm de hauteur, puisqu'il permet un débit de 0,00408375 m<sup>3</sup>/sec., supérieur à celui permis par 1 fente de 2 cm 5 de largeur et 15 cm de hauteur, c'est-à-dire 0,003002175 m<sup>3</sup>/sec.

6 - Volume de la troisième cuve.

Le 1/5 des 6 m<sup>3</sup> 96 restant à estimer en cas de ruissellement d'un volume maximum d'eau passera dans la troisième cuve puisqu'un partiteur de 5 fentes est employé, soit :

$$\frac{6 \text{ m}^3 \text{ 96}}{5} = 1 \text{ m}^3 \text{ 40 par excès.}$$

Le volume de la troisième cuve doit permettre de recueillir ce volume d'eau.

En conclusion, le système récepteur dont la composition est recherchée s'établit comme suit (cuves cylindriques):

<u>Première cuve</u> :	hauteur	1 m 25	
	diamètre	1 m 60	
	volume	2 m <sup>3</sup> 51,	permettant une retenue d'eau de 1 m <sup>3</sup> 70

Cette retenue se traduira par le remplissage de la cuve sur une hauteur de 0 m 845. Il restera 0 m 40 de hauteur pour l'installation du partiteur.

Premier partiteur : 5 fentes de 2 cm 5 de largeur et  
15 cm de hauteur.

Deuxième cuve : hauteur 1 m 25  
diamètre 1 m 60  
volume 2 m<sup>3</sup> 51, permettant une retenue  
d'eau de 1 m<sup>3</sup> 70.

Deuxième partiteur : 5 fentes de 1 cm 25 de largeur et  
10 cm de hauteur.

Troisième cuve : hauteur 1 m 10  
diamètre 1 m 50  
volume 1 m<sup>3</sup> 94, permettant une retenue  
d'eau de 1 m<sup>3</sup> 40.

-----  
B - Etablissement d'un système récepteur dont le nombre de  
cuves n'est pas limité (2ème exemple).

Soit un projet d'installation de parcelles expérimentales  
basé sur les données suivantes :

- Les champs expérimentaux auront 20 mètres de long et  
6 mètres de large, soit une surface de 120 m<sup>2</sup>
- Le ruissellement le plus intense jamais observé est  
d'une valeur de :  
Hauteur d'eau écoulée en 1 heure = 0 m 20
- La plus grande hauteur d'eau jamais ruisselée est 0m25.

1 - Calcul des données de base.

a) Intensité maxima présumée du ruissellement.

$$\frac{120 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m } 20}{3600} = 0,0066 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

b) Volume maximum présumé d'eau ruisselé à la suite  
d'une précipitation :

$$120 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m } 25 = 30 \text{ m}^3.$$

2 - Volume de la première cuve.

La première cuve peut permettre de retenir 1 m<sup>3</sup> 70  
d'eau. (Dimensions d'une cuve cylindrique : hauteur  
1 m 25 - Diamètre 1 m 60)

Après retenue d'1 m<sup>3</sup> 70 d'eau ; 30 m<sup>3</sup> - 1 m<sup>3</sup> 70 = 28 m<sup>3</sup> 30  
restent à être estimés.

3 - Choix du partiteur faisant communiquer la première et  
la seconde cuve.

L'intensité maxima du ruissellement étant 0,0066 m<sup>3</sup>/sec.,  
un partiteur de 9 fentes de 1 cm 25 sur 10 cm sera choisi  
si parce qu'il a une capacité de débit de 0,00735075 m<sup>3</sup>/sec

A la seconde cuve parviendront donc :

$$\frac{28 \text{ m}^3 \text{ } 30}{9} = 3 \text{ m}^3 \text{ } 145$$

4 - Volume de la seconde cuve.

Un problème se pose alors : faut-il construire une

seconde cuve permettant une retenue d'eau de 1 m<sup>3</sup> 70 et envisager l'existence d'une troisième cuve ? Cela évidemment augmenterait le coût du système récepteur. D'autre part les calculs pour l'évaluation du ruissellement et de l'érosion sont d'autant plus simples, qu'un système récepteur comporte moins de cuves.

Il est remarquable qu'une augmentation minime des dimensions d'une cuve telle que la première accroît sensiblement son volume total.

Une hauteur portée de 1 m 25 à 1 m 30 et un diamètre de 1 m 60 à 1 m 80 suffisent pour provoquer un accroissement du volume de 2 m<sup>3</sup> 51 à 3 m<sup>3</sup> 30.

Une seconde cuve de 1 m 30 de hauteur et 1 m 80 de diamètre suffirait donc pour contenir toute l'eau de ruissellement parvenant de la première cuve.

Il est préférable de la choisir.

C - Etablissement d'un système récepteur dont le nombre de cuves est limité.

Soit un projet d'installation de parcelles expérimentales, basé sur les données suivantes :

- Les champs expérimentaux auront 25 mètres de long et 6 mètres de large, soit une surface de 150 m<sup>2</sup>.
- La plus grande précipitation jamais tombée a une hauteur de 0 m 30 (aucun renseignement n'est connu sur le ruissellement).
- La précipitation la plus intense jamais observée s'est traduite par une chute de 0 m 40 d'eau en 30 minutes.
- le système récepteur ne doit comporter que deux cuves réceptrices. Le processus à suivre est le suivant :

1 - Calcul des données de base.

a) Intensité maxima présumée des précipitations (suppléant l'intensité maxima présumée du ruissellement).

Si une hauteur d'eau de 0 m 40 est tombée en 30 minutes pendant le même temps s'est accumulé sur une surface de 150 m<sup>2</sup> un volume d'eau de :

$$150 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m } 40 = 60 \text{ m}^3$$

En supposant que ce volume d'eau ruisselle totalement 60 m<sup>3</sup> parviendront au système récepteur en 30 minutes, soit chaque seconde :

$$\frac{60 \text{ m}^3}{1.800} = 0 \text{ m}^3 \text{ } 0334$$

La valeur de : 0,0334 m<sup>3</sup>/sec. peut être prise pour représenter l'intensité maxima présumée du ruissellement.

b) Volume maximum présumé, d'eau tombée au cours d'une précipitation. (Suppléant le volume maximum pré-

mé d'eau ruisselée à la suite d'une précipitation).

Si la plus grande hauteur d'eau jamais tombée est 0 m 30, d'un champ de 150 m<sup>2</sup> peut parvenir au système récepteur, en supposant un ruissellement total, un volume d'eau de :

$$150 \text{ m}^2 \times 0,30 = 45 \text{ m}^3$$

2 - Volume de la première cuve.

Il peut être maximum, c'est-à-dire permettre une retenue d'eau de 1 m<sup>3</sup> 70. Après cette retenue, 45 m<sup>3</sup> - 1 m<sup>3</sup> 70, c'est-à-dire 43 m<sup>3</sup> 30 restent à devoir être évalués.

3 - Choix des partiteurs.

Puisque le système récepteur ne doit comporter que deux cuves réceptrices, une petite fraction seulement de l'eau de ruissellement devra parvenir à la seconde cuve. Ce résultat sera atteint par l'emploi de deux partiteurs couplés.

En effet, la nécessité de devoir faire face à une intensité maxima possible du ruissellement de 0,0334 m<sup>3</sup>/sec commande l'emploi d'un partiteur à 9 fentes de 2 cm 5 de largeur et 20 cm de hauteur (capacité de débit : 0,04158 m<sup>3</sup>/sec.)

Or, après passage de l'eau de ruissellement à travers celui-ci :

$\frac{43 \text{ m}^3, 30}{9} = 4 \text{ m}^3 812$  resteront à être évalués. Il est contre-indiqué d'utiliser une cuve pouvant contenir un tel volume d'eau. Sa taille serait trop grande.

Aussi fait-on parvenir l'eau, à la sortie du premier partiteur, directement dans un deuxième partiteur.

Etant donné que seule l'eau passant par une fente est recueillie, son débit maximum possible, après ce passage, sera celui permis par cette fente. Il est ici de 0,00462 m<sup>3</sup>/sec.

Le second partiteur, faisant directement suite au premier, doit avoir une capacité de débit supérieure au débit maximum d'eau permis par la fente du premier partiteur.

Dans le cas actuel, il sera choisi un second partiteur à 7 fentes de 1 cm 25 de largeur et 10 cm de hauteur (capacité de débit : 0,005 1725 m<sup>3</sup>/sec. donc supérieure à 0,00462 m<sup>3</sup>/sec.)

Ainsi parviendra-t-il finalement à la seconde cuve,  $\frac{1}{7}$  des 4 m<sup>3</sup> 812 qui restaient à être évalués après passage dans le premier partiteur soit, 0 m<sup>3</sup> 6875. Le volume de la seconde cuve doit permettre à celle-ci de stocker ce volume d'eau.

En conclusion, si un système récepteur du type de celui utilisé à Tifton (voir page 17) est adopté, il sera composé comme suit :

Une grande cuve de 1 m 20 de hauteur, 1 m 20 de largeur et 2 m 80 de longueur sera divisée par une paroi en 2 cuves dont l'une, première cuve réceptrice, aura 1 m 20 de hauteur, 1 m 20 de largeur et 1 m 80 de longueur ; et l'autre, seconde cuve réceptrice, 1 m 20 de hauteur et une base de 1 m 20 sur 1 m.

Le volume de ces deux cuves sera respectivement 2 m<sup>3</sup> 592 et 1 m<sup>3</sup> 44.

Elles communiqueront par deux partiteurs couplés, le premier à 9 fentes de 2 cm 5 sur 20 cm, le second à 7 fentes de 1 cm 25 sur 10 cm.

Le volume d'eau parvenant à la seconde cuve représente  $\frac{1}{9}$  de  $\frac{1}{63}$  soit  $\frac{1}{63}$  du volume d'eau ruisselé de la parcelle.  $\frac{1}{7}$

D - Etablissement d'un système récepteur à partiteur faisant immédiatement suite au canal d'adduction.

Soit un projet d'installation de parcelles expérimentales basé sur les données suivantes :

- Les champs expérimentaux auront 200 m<sup>2</sup> de surface.
- La plus grande hauteur d'eau jamais ruisselée à la seconde est 0 m 000025.
- La plus grande hauteur d'eau jamais ruisselée à la suite d'une précipitation est 0 m 15.

L'intensité maxima présumée des précipitations est :

$$200 \text{ m}^2 \times 0,000025 = 0,0050 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

Le volume maximum présumé d'eau à évaluer est :

$$200 \text{ m}^2 \times 0 \text{ m } 15 = 30 \text{ m}^3.$$

Il a été remarqué par ailleurs que l'étude envisagée ne permettrait l'entraînement, par ruissellement, que d'une quantité négligeable d'éléments grossiers.

Aussi peut-on envisager l'installation d'un système récepteur dans les conditions suivantes :

Installation d'un partiteur à l'extrémité du canal d'adduction.

Pour faire face à un débit maximum de 0,0050 m<sup>3</sup>/Sec, l'emploi d'un partiteur de 7 fentes de 1 cm 25 sur 10 cm est possible mais dans ce cas

$$\frac{30 \text{ m}^3}{7} = 4 \text{ m}^3 30$$

d'eau parviendraient à une cuve réceptrice, ce qui est excessif.

Il est remarquable que l'emploi d'un partiteur de 9 fentes de 1 cm 25 sur 10 cm ramènerait le cubage maximum d'eau à estimer à

$$\frac{30 \text{ m}^3}{9} = 3 \text{ m}^3 33$$

et qu'une cuve de 1 m 30 de large, 1 m 30 de haut et 2 m de long permettrait de contenir ce volume d'eau.

Le débit d'un partiteur de 9 fentes n'étant pas trop supérieur à celui auquel il faut faire face l'emploi d'un tel partiteur est acceptable, puisqu'il permet l'utilisation d'une seule cuve seulement.

0  
o o

C h a p i t r e III

NOTES SUR L'INSTALLATION ET LA CONSTRUCTION DES PARCELLES  
EXPERIMENTALES POUR L'ETUDE DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION.

Ce chapitre a pour objet la réunion d'une série de notes sur différents détails de l'installation et de la construction des parcelles expérimentales complétant l'exposé de l'établissement de ce moyen d'étude expérimentale de l'érosion et du ruissellement.

- A -

ETABLISSEMENT DU CHAMP EXPERIMENTAL.

Le champ expérimental a toujours une pente donnée. Il est nécessaire que la direction de celle-ci soit perpendiculaire à la direction des courbes de niveau afin qu'il n'existe aucune pente latérale dans le champ.

- B -

ETABLISSEMENT DE LA GOUTTIERE COLLECTRICE ET DU CANAL D'ADDUCTION.

- 1) Il découle de ce qui vient d'être dit que la gouttière collectrice sera longitudinalement horizontale avec la légère modification de la pente de son fond vers l'orifice du canal d'adduction, afin de faciliter l'écoulement de l'eau et des sédiments.
- 2) Le canal d'adduction, s'il a une pente longitudinale de 2%, doit être transversalement de pente nulle.
- 3) L'ensemble gouttière collectrice - canal d'adduction peut ne pas être couvert. S'il l'est, cela élimine une correction à faire dans l'évaluation du ruissellement. S'il ne l'est pas, il reçoit, au cours des précipitations un volume d'eau qui est à déduire du volume d'eau ruisselé puisqu'il ne provient pas du champ expérimental (cf. chapitre IV B, I, 3).

Dans la plupart des cas, la gouttière collectrice et le canal d'adduction sont laissés découverts, attendu la facilité de la correction à faire.

- 4) Pour rendre plus aisé la correction citée ci-dessus, il est important que la surface de base de la gouttière collectrice et celle du canal d'adduction aient une forme géométrique simple. Le plus souvent elles ont une forme rectangulaire.

ETABLISSEMENT DU SYSTEME RECEPTEUR.

I. Notes sur le Partiteur.

1. Les dimensions des différentes parties d'un partiteur varient suivant le type de celui-ci.

Le tableau ci-dessous en fournit des ordres de grandeur, issus de l'expérience américaine.

1	2	L	H	l	I	r	a	b	c	d
		cms	cms	cms	cms	cms	cms	cms	cms	cms
(1 cm 25 (10 "	3	60	14	10,25	2	1,25	24	8	3,25	12
"	5	60	14	16,75	2	1,25	24	8	3,25	12
"	7	60	14	23,25	2	1,25	24	8	3,25	12
"	9	60	14	29,75	2	1,25	24	8	3,25	12
"	11	60	14	36,25	2	1,25	24	8	3,25	12
(2 cm 5 (15 cm	3	60	19	17,5	3	2	23	7	5,5	17
"	5	60	19	28,5	3	2	23	7	5,5	17
"	7	80	19	39,5	3	2	23	7	5,5	17
(2 cm 5 (20 cm	7	80	24	39,5	3	2	27	8	5,5	22
"	9	100	24	50,5	3	2	27	8	5,5	22
"	11	100	24	61,5	3	2	27	8	5,5	22
"	13	100	24	72,5	3	2	27	8	5,5	22
(2 cm 5 (30 cm	9	100	34	50,5	3	2	35	10	5,5	32
"	11	100	34	61,5	3	2	35	10	5,5	32
"	13	100	34	72,5	3	2	35	10	5,5	32

1 = Dimensions des fentes en centimètres - 2 = nombre de fentes  
 L = Longueur du canal amont " "  
 H = Hauteur du canal amont " "  
 l = Largeur du canal amont " "  
 I = Distance entre chaque fente " "  
 r = Distance entre la paroi du canal amont et la première fente  
 a = Longueur horizontale du conduit collecteur aval /en cm.  
 b = dénivellée du fond " " "  
 c = largeur " " "  
 d = hauteur " " "  
 (voir figure 8)

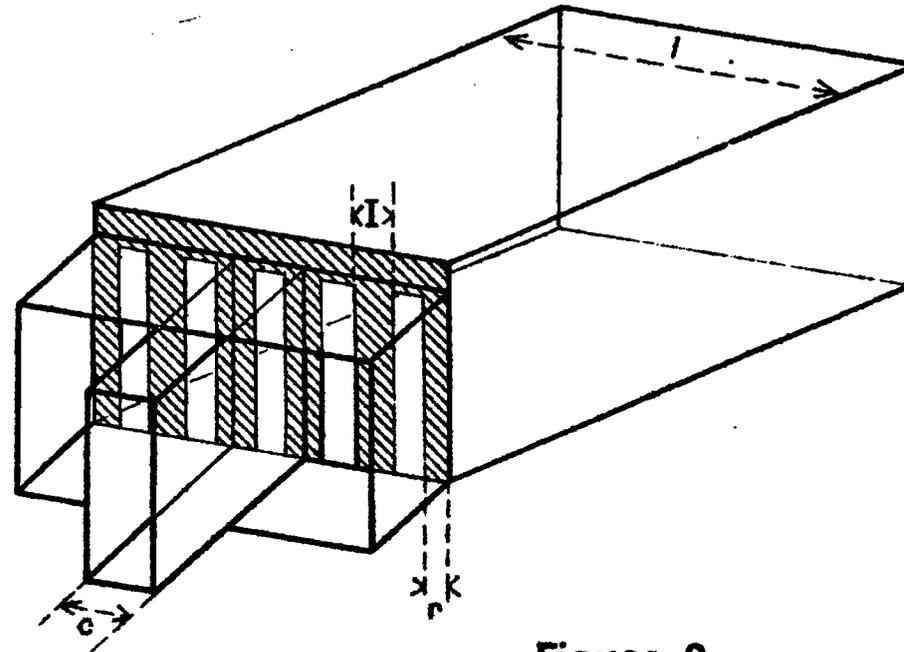
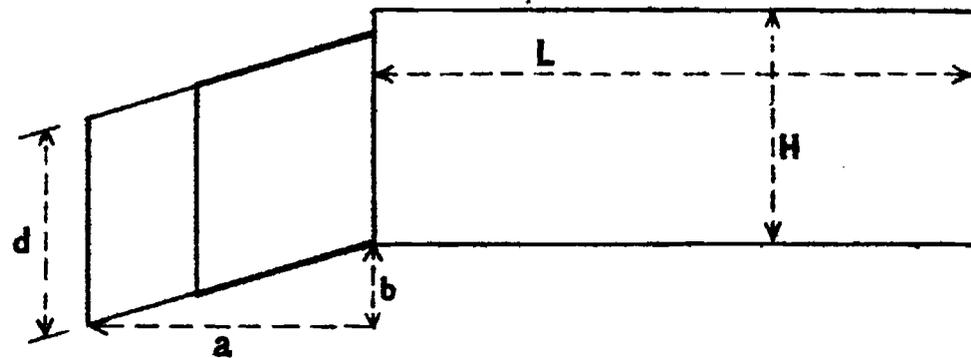


Figure 8



- 2 - Lors de l'installation d'un partiteur pour faire communiquer 2 cuves, le canal amont doit être placé le plus horizontalement possible. C'est une condition du fonctionnement normal d'un partiteur. En effet la formule de calcul du débit des partiteurs n'est valable que pour une vitesse d'approche d'eau nulle. Celle-ci ne peut l'être que si le canal amont, avant les fentes, est de pente nulle.
- 3 - Il a été dit, lors de la description des partiteurs (chapitre II, B, I, 4) que :
- seule l'eau passant à travers une fente (la fente centrale) est recueillie.
  - le conduit collecteur aval permet de la conduire vers une cuve
  - l'eau passant à travers les autres fentes se perd hors du partiteur.

Il est nécessaire d'empêcher la fraction d'eau éliminée de tomber verticalement au sol, en chute libre, immédiatement après passage à travers les fentes.

En effet si l'eau retenue et l'eau éliminée s'écoulaient dans des conditions différentes (l'eau retenue, dans un canal à pente donnée ; l'eau éliminée, en chute libre) il n'y aurait pas certitude que la fente centrale débite autant d'eau que les autres fentes. Seules des conditions identiques d'écoulement avant et après les fentes peuvent garantir l'identité du débit à travers chacune d'elles.

Pour unifier les conditions d'écoulement de l'eau après le passage à travers les fentes, le conduit collecteur aval est placé au milieu d'un canal plus grand, englobant toutes les fentes et dont le fond a une pente identique à celle du fond du canal collecteur (figure 4).

Dans ces conditions l'eau parcourt, en aval des fentes, un chemin identique, qu'elle soit recueillie dans une cuve ou qu'elle se perde.

- 4 - Le partiteur est bien entendu, un canal couvert. L'eau des précipitations ne doit pas y pénétrer en tombant sinon le calcul du volume d'eau ruisselé serait faux et il serait impossible de faire une correction.

## II - Installation de l'ensemble du système récepteur.

Lorsque l'emplacement d'un champ expérimental est déterminé, la première opération à accomplir est le creusement d'une excavation en aval et en contre-bas de celui-ci.

Une certaine attention doit être portée à la profondeur de cette excavation, sur le fond de laquelle reposeront les cuves réceptrices.

- 1 - Cas d'un système récepteur à cuves successives communiquant par des partiteurs (système décrit Chapitre II, B, I Watkins.)

- a) La gouttière réceptrice étant au niveau de l'aval du champ expérimental et le canal d'adduction ayant une certaine pente (environ 2%) l'extrémité de ce deuxième élément devra

se poser sur le sommet de la paroi de la première cuve. Or, celle-ci a une hauteur déterminée. La profondeur de l'excavation devra satisfaire cette installation.

- b) Le partiteur joignant la première et la seconde cuve est terminé par un conduit collecteur aval ayant une certaine pente et venant aboutir sur le haut de la paroi de la seconde cuve. La distance entre le fond de l'excavation et l'extrémité du conduit collecteur devra alors à cet endroit être égale à la hauteur de la seconde cuve.
- c) Un pareil fait se reproduit pour le second partiteur et la troisième cuve, s'ils existent.

La figure 9 illustre le problème posé par l'excavation. De multiples solutions peuvent évidemment être envisagées : Le fond de l'excavation peut être établi au niveau le plus bas et des socles peuvent élever au niveau voulu les cuves; ou bien le fond de l'excavation peut être irrégulier et comprendre plusieurs niveaux par simple creusement, etc...

## 2 - Cas d'un système récepteur à 2 cuves côte à côte communiquant par 2 partiteurs couplés.

Dans ce cas, le seul fait dont il faut tenir compte pour creuser l'excavation est celui cité ci-dessus : 1 - a).

### III - Notes sur les cuves réceptrices.

- 1 - Le placement des cuves réceptrices dans une excavation de profondeur bien calculée est un fait important. C'est lui qui, en effet, permet d'obtenir l'horizontalité du canal amont des partiteurs, horizontalité nécessaire.
- 2 - Si la parcelle expérimentale doit être installée pour un grand nombre d'années (une parcelle est installée aux Etats-Unis, souvent pour plus de 10 ans) il est bon de placer les cuves réceptrices sur un socle solide (ciment etc...).
- 3 - Comme la gouttière collectrice et le canal d'adduction, la première cuve réceptrice peut ne pas être couverte.

Si elle est découverte, une correction est à faire lors de l'évaluation d'un ruissellement. En effet, dans ce cas, il est tombé directement dans la première cuve, pendant la durée des précipitations au cours d'une période d'étude, un certain volume d'eau. Celui-ci, ne provenant pas du ruissellement survenu sur le champ expérimental, est à déduire du volume d'eau ruisselé.

Il est facile de le calculer. Il est égal à :

Hauteur d'eau tombée pendant la période d'étude x surface de base de la première cuve.

La présence d'un pluviomètre est nécessaire dans toute station dont le but est l'étude de l'érosion du sol et du ruissellement. Il est avantageux d'autre part de donner aux cuves des formes simples. Si la première cuve est couverte, cette correction est éliminée. Par contre, il est indispensable de couvrir toutes les autres cuves.

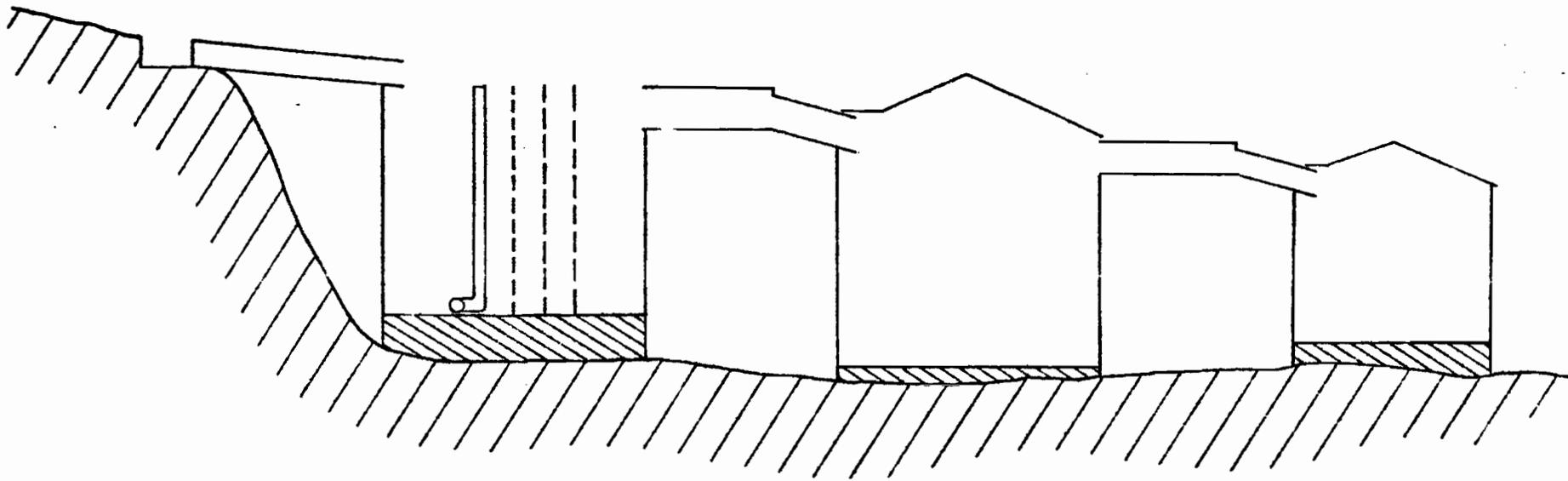


Figure 9

En effet dans une parcelle expérimentale, à 3 cuves par exemple, un volume d'eau ruisselé se calcule par la somme

$$\begin{aligned} & (\text{volume d'eau ruisselé dans la première cuve} \\ & (+ \text{volume d'eau ruisselé dans la seconde cuve} \times n_1 \\ & (+ \text{volume d'eau ruisselé dans la troisième cuve} \times n_1 \times n_2 \end{aligned}$$

puisque, si  $n_1$  est le nombre de fentes du premier partiteur, la seconde cuve stocke  $\frac{1}{n_1}$  de l'eau venant du champ expérimental et si  $n_2$  est le nombre de fentes du second partiteur, la troisième cuve stocke  $\frac{1}{n_2}$  de l'eau venant de la seconde cuve, c'est à dire  $\frac{1}{n_2} \times \frac{1}{n_1}$  de l'eau provenant du champ expérimental.

Une chute de pluie dans les cuves autres que la première amènerait, non seulement une correction complexe mais encore un risque d'erreur dans l'estimation du volume d'eau contenu par ces cuves.

Cette erreur, si elle se produit pour la seconde cuve se trouverait multipliée par  $n_1$ ; et pour la troisième cuve, multipliée par  $n_1 \times n_2$ .

Un tel risque n'existe pas pour la première cuve puisque aucun partiteur ne la sépare du champ expérimental. Aussi peut-on la laisser découverte.

Dans le cas d'un système récepteur à partiteur situé au bout du canal d'adduction, il est indiqué de couvrir la (ou les) cuve réceptrice employée.

- 4 - Afin de faciliter les opérations d'évaluation du ruissellement et d'éviter des calculs renouvelés, il est utile de placer une échelle de lecture de hauteur d'eau dans chacune des cuves et d'établir, une fois pour toutes, pour chaque cuve, une table de conversion "hauteur d'eau - volume d'eau".

Si cette installation est aisée dans les cuves autres que la première, il doit être tenu compte, pour celle-ci, de la présence des tamis, du système de vidage, etc... qui occupent un certain volume.

- 5 - Dans le cas d'un système récepteur à 2 cuves côte à côte, communiquant par un ensemble de partiteurs, une attention particulière doit être portée à la hauteur donnée aux cuves.

Dans l'espace, le canal coudé amenant l'eau à la seconde cuve, après passage à travers les partiteurs, est obligatoirement moins élevé que celui amenant l'eau aux partiteurs, puisque le conduit collecteur aval de chaque partiteur a une certaine pente afin que l'eau circule.

La hauteur des 2 cuves devra être choisie de telle manière que, lorsque les partiteurs seront installés :

- le fond du canal amenant l'eau aux partiteurs soit de niveau avec le plan supérieur de l'eau dans la première cuve lorsque la capacité maxima de retenue de celle-ci sera atteinte.

- le canal amenant l'eau à la seconde cuve soit à une hauteur suffisante pour que cette cuve ait la capacité de retenir le volume d'eau voulu (figure 10).

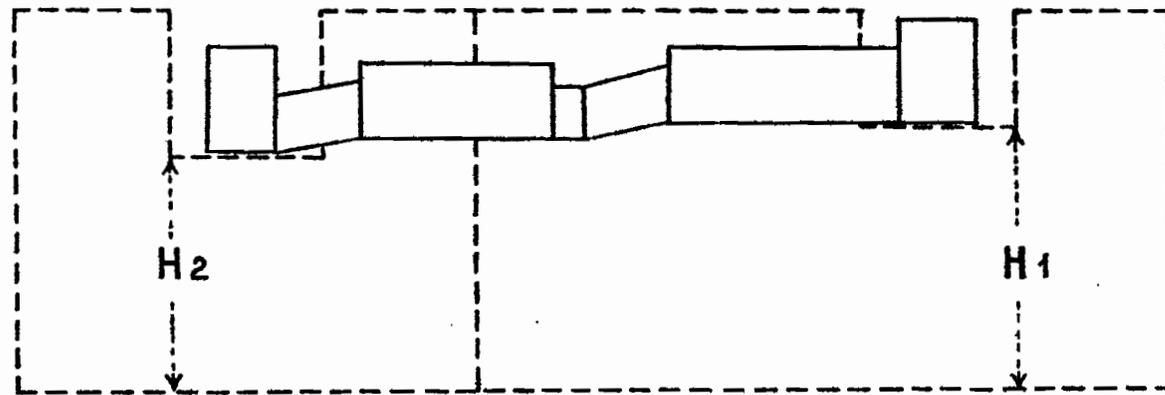


Figure 10

--- Profil des deux cuves  
 $H_1$  Hauteur d'eau dans la première cuve  
 $H_2$  Hauteur d'eau dans la seconde cuve

## C h a p i t r e I V

### EVALUATION DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION

- A -

#### PROCESSUS DE FONCTIONNEMENT D'UNE PARCELLE EXPERIMENTALE.

Etant donnée la composition d'une parcelle expérimentale, son processus de fonctionnement est le suivant :

- 1 - Au cours de chaque précipitation, l'eau de pluie tombe sur le champ expérimental, ruisselle et érode.
- 2 - L'eau de ruissellement, chargée de particules solides, est recueillie par la gouttière collectrice.
- 3 - Elle est amenée par le canal d'adduction à une première cuve réceptrice qui en retient un certain volume. Cette eau retenue contient non seulement des éléments solides en suspension, mais aussi des éléments solides grossiers puisque ceux-ci sont retenus par les tamis.

La rétention des éléments solides grossiers dans la première cuve est obligatoire. S'ils passaient à travers le premier partiteur, ils se déposeraient au fond de la seconde cuve. Il serait alors nécessaire d'installer dans celle-ci un système de vidage identique à celui de la première cuve. Cela compliquerait sensiblement les calculs d'évaluation du ruissellement et de l'érosion.

D'autre part, l'estimation du volume ou du poids des éléments grossiers est délicate. Si une minime erreur faite lors de cette estimation dans la première cuve n'a que peu d'importance, une même erreur se trouverait multipliée par  $n$  ( $n$  étant le nombre de fentes d'un partiteur) lors d'une estimation faite dans une deuxième cuve, ce qui serait plus grave.

Enfin, les tamis jouent un rôle important en retenant, s'il y a lieu, les débris de végétaux qui risquent parfois d'obstruer partiellement une ou plusieurs fentes du premier partiteur, faussant ainsi son fonctionnement.

- 4 - Lorsque la première cuve est pleine, l'eau de ruissellement s'écoule vers les autres par la voie de partiteurs permettant de n'en recueillir qu'un volume bien déterminé. Ainsi un système récepteur relativement petit permet l'évaluation très exacte d'un volume d'eau élevé.
- 5 - Finalement, après ruissellement et érosion, les cuves d'un système récepteur contiennent de l'eau ruisselée et de la terre érodée. La première cuve contient de l'eau, les éléments solides grossiers déposés sur son fond et des éléments solides en suspension. Les autres cuves contiennent de l'eau et exclusivement des éléments solides en suspension.

CALCUL DU VOLUME D'EAU RUISSELE.

Le calcul du volume d'eau ruisselé après une précipitation ou un certain laps de temps se fait par l'examen du volume d'eau recueilli dans chacune des cuves du système récepteur.

Son processus est le suivant :

I - Première cuve

- 1 - Retirer les tamis,
- 2 - Lire la hauteur d'eau dans la cuve et en déduire un volume.
- 3 - Le volume ainsi calculé ne représente pas un volume exact d'eau ruisselé. Deux corrections sont à faire si l'ensemble "gouttière collectrice - Canal d'adduction - Première cuve" n'est pas couvert.

Une seule correction reste à faire si cet ensemble est couvert

- a) dans le premier cas, l'ensemble "Gouttière collectrice - Canal d'adduction - Première cuve" reçoit un volume d'eau égal à :

surface de base de l'ensemble X Hauteur d'eau tombée pendant la période d'étude.

Il est recueilli par la première cuve et doit être déduit du volume d'eau estimé puisqu'il ne provient pas du ruissellement.

- b) Dans tous les cas, une correction doit être faite, due à l'accumulation des dépôts de fond. Ceux-ci occupent dans la première cuve un certain volume, qui provoque un exhaussement du niveau d'eau.

Au cours du calcul de la perte en terre, le volume occupé par ces dépôts est calculé : n' étant pas un volume d'eau il est à déduire. Il faut tenir compte du dépôt à l'état sec car l'eau qui le sature provient du ruissellement.

II - Seconde cuve.

Si le partiteur faisant communiquer la première et la seconde cuve a  $n^1$  fentes, le volume d'eau contenu dans la seconde cuve est  $\frac{1}{n^1}$  du volume d'eau réellement écoulé jusqu'à elle.

Le  $n^1$  produit :

volume d'eau dans la cuve X  $n^1$  fournit le volume d'eau de ruissellement réellement écoulé du champ expérimental jusqu'à la seconde cuve.

III - Troisième cuve.

Si une troisième cuve existe, reliée à la seconde par un partiteur de  $n^2$  fentes, le volume d'eau qu'elle contient est  $\frac{1}{n^2}$  du volume d'eau issu de la seconde cuve.

Il est donc  $\frac{1}{n^1} \times \frac{1}{n^2}$  du volume d'eau de ruissellement issu du champ expérimental.

Le volume d'eau de ruissellement réellement écoulé jusqu'à la

troisième cuve est :

Volume d'eau dans la troisième cuve  $X n^1 \times n^2$ .

La Somme des volumes d'eau écoulés jusqu'aux différentes cuves fournit le volume total d'eau de ruissellement écoulé pendant la période d'étude.

IV - Exemples.

1 - Système récepteur de 3 cuves, communiquant par 2 partiteurs, le premier à 5 fentes, le second à 7 fentes.

Soient les conditions suivantes, à la suite d'une période d'étude :

- la première cuve contient un volume total de 1 m<sup>3</sup> 70 d'eau et de dépôts de fond.
- la seconde cuve contient 1 m<sup>3</sup> 70 d'eau.
- la troisième cuve contient 0 m<sup>3</sup> 32 d'eau.
- la hauteur d'eau tombée pendant la période d'étude est 0 m 15.
- La gouttière collectrice, le canal d'adduction et la première cuve ne sont pas couverts et ont une surface de base totale de 4 m<sup>2</sup> 01.
- le volume occupé par les dépôts de fond recueillis dans la première cuve, et à l'état sec, est 0 m<sup>3</sup> 201.

Le volume d'eau ruisselé pendant cette période est :

Volume stocké par la 1ère cuve.....	1 m <sup>3</sup> 70
+ Eau ruisselée jusqu'à la 2ème cuve : 1m <sup>3</sup> 70x5=	+8 m <sup>3</sup> 50
+ Eau ruisselée " " 3ème " :	
0 m <sup>3</sup> 32 x 5 x 7	= +11m <sup>3</sup> 20
	21m <sup>3</sup> 40

- Correction due à l'eau tombée sur les éléments non couverts du système récepteur :
 

4 m <sup>2</sup> 01 x 0 m 15	= -0 m <sup>3</sup> 6015
------------------------------	--------------------------
- Correction due au volume occupé dans la première cuve par les dépôts de fond.
 

	= - 0m <sup>3</sup> 2010
	-----
Volume d'eau ruisselé	20m <sup>3</sup> 5975

2 - Système récepteur entièrement couvert, à 2 cuves côte à côte communiquant par 2 partiteurs couplés, ayant respectivement 7 et 9 fentes.

Soient les conditions suivantes :

- la première cuve contient un volume total de 1 m<sup>3</sup> 70 d'eau et de dépôts de fond.
- la seconde cuve contient un volume d'eau de 0 m<sup>3</sup> 40.
- Le volume des dépôts de fond recueillis dans la première cuve est, lorsqu'ils sont secs, 0 m<sup>3</sup> 216.

Le volume d'eau ruisselé pendant la période d'étude est :

Volume stocké par la 1ère cuve .....	1 m <sup>3</sup> 70
+ Eau ruisselée jusqu'à la seconde cuve :	
0 m <sup>3</sup> 4 x 7 x 9	= 25 m <sup>3</sup> 20
	26 m <sup>3</sup> 90

- Correction due au volume occupé dans la 1ère cuve par les dépôts de fond.
 

	= - 0 m <sup>3</sup> 216
	-----
Volume d'eau ruisselé	26 m <sup>3</sup> 684

Ici, une seule correction intervient puisque le système collecteur est entièrement couvert.

D'autre part la seconde cuve reçoit le 1/9 du 1/7, soit le 1/63 de l'eau issue du champ expérimental.

- 3 - Système récepteur à une seule cuve recevant seulement une fraction de l'eau ruisselée du champ expérimental, grâce à un partiteur situé à l'extrémité du canal d'adduction.

Si le partiteur a 5 fentes, et si la cuve a recueilli 1 m<sup>3</sup> 50 d'eau, corrections faites, le volume d'eau écoulé du champ est

$$1 \text{ m}^3 50 \times 5 = 7 \text{ m}^3 50.$$

- 0 -

### CALCUL DE LA PERTE EN TERRE.

Le calcul de la perte en terre, c'est-à-dire l'évaluation du poids de terre entraînée par érosion au cours d'une période d'étude, se fait également par l'examen des différentes cuves d'un système récepteur.

L'ensemble des cuves permet l'évaluation du poids des particules terreuses entraînées en suspension au cours du phénomène d'érosion.

La première cuve permet en outre le calcul du poids des éléments terreux relativement volumineux érodés, car ils y sont retenus par les tamis et s'y sont déposés.

La somme des poids des éléments solides en suspension et des dépôts de fond fournit le poids total de terre entraîné par érosion au cours d'une période d'étude.

- I - Calcul du poids des éléments solides en suspension dans l'eau ruisselée.  
Le processus à suivre est le suivant :

- 1 - Retrait des tamis de la première cuve.
- 2 - Prélèvement au milieu de chaque cuve du système récepteur, d'un échantillon d'eau d'un litre. Pour avoir la certitude d'une plus grande exactitude, plusieurs prélèvements peuvent être faits à différentes profondeurs puis combinés.

L'eau contenue dans les cuves, autres que la première doit être agitée avant la prise des échantillons, afin de remettre en suspension des particules ayant pu se déposer. En effet tous les éléments parvenus dans les cuves autres que la première ont été entraînés uniquement en suspension : ils doivent être évalués comme tels.

- 3 - Analyse de chaque échantillon.
  - Faire flocculer la suspension dans le récipient utilisé à prélever l'échantillon, par adjonction de 5 à 6 cc d'H.Cl.
  - Laisser déposer puis décanter
  - Placer le résidu dans un bécher.
  - Laisser à nouveau déposer puis décanter.
  - Faire évaporer à 105° pendant 12 heures.
  - Peser les éléments terreux ainsi obtenus à l'état sec.

- 4 - Ainsi est connu le poids de la terre contenue en suspension dans chaque échantillon d'eau prélevé, échantillon de volume déterminé.

L'échantillon d'eau prélevé dans une cuve est représentatif de l'eau de ruissellement issue du champ expérimental et écoulée jusqu'à cette cuve.

Le volume d'eau écoulé jusqu'à chaque cuve est calculé au cours de l'estimation du volume total d'eau ruisselé pendant la période d'étude.

Dès lors, il est facile de calculer le poids de la terre entraînée en suspension jusqu'à chaque cuve.

Il est fourni par le calcul :

$$\frac{V}{v} \times p$$

V étant le volume d'eau ruisselé jusqu'à une cuve.

v " " " de l'échantillon prélevé dans cette cuve

p " " poids de terre contenue en suspension dans l'échantillon de volume v.

La somme des résultats obtenus, en effectuant ce calcul pour chaque cuve d'un système récepteur, fournit le poids total de la terre érodée et entraînée en suspension pendant la période d'étude.

## II - Calcul du poids des éléments terreux déposés au fond de la première cuve.

Le processus à suivre est le suivant :

- 1 - retrait des tamis
- 2 - vidage de la cuve au moyen du système spécial. Le vidage de la cuve doit être arrêté dès que l'orifice du tube parvient à un niveau où la concentration en éléments terreux est plus forte. Cela est généralement facilement visible.
- 3 - Prélèvement de la totalité des dépôts de fond dans des seaux de poids connu.
- 4 - Pesée des seaux et détermination du poids des dépôts de fond humides (poids total - poids des seaux.)
- 5 - Prélèvement, dans chaque seau, d'un échantillon de 300 cc  
Mélange des échantillons prélevés,  
Prélèvement final, dans le mélange, de deux échantillons de 300 cc.

Il est nécessaire, avant tout prélèvement, d'agiter le contenu des seaux, qui est une boue, afin d'unifier la teneur en terre et de supprimer une sédimentation toujours possible.

Il est bon, d'autre part, de ne pas se contenter d'un seul échantillon final, afin d'établir une moyenne, l'expérience ayant montré que, bien souvent, des variations se produisent dans les calculs relatifs aux dépôts de fond.

- 6 - Pesée de chacun des deux échantillons à l'état humide, c'est-à-dire sans modification d'état depuis le nettoyage de la cuve.

- 7 - Evaporation des deux échantillons à 105° pendant 12 h.
- 8 - Pesée des deux échantillons à l'état sec.
- 9 - Etablissement pour chaque échantillon du pourcentage (en poids) en éléments terreux secs, et établissement du pourcentage moyen.
- 10 - Le poids total des dépôts de fond humides et le pourcentage (en poids) en éléments terreux secs étant connus, il est immédiatement possible de calculer le poids total des dépôts de fond, dans la première cuve, à l'état sec.

A la suite des opérations que nécessite ce calcul, il est possible d'évaluer le volume occupé par les dépôts de fond, à l'état sec, dans la première cuve.

Il suffit de mesurer le volume des deux échantillons finalement prélevés et utilisés pour le calcul exposé précédemment, lorsqu'ils sont à l'état sec.

Puisque leur poids, à cet état, est d'autre part connu, une simple opération fournit le volume occupé par la totalité des dépôts de fond à l'état sec.

Elle est :

$$\frac{P}{p} \times v$$

P étant le poids de la totalité des dépôts de fond à l'état sec

p, le poids des deux échantillons à l'état sec

v, le volume des deux échantillons à l'état sec.

Cette donnée permet d'effectuer la correction nécessaire dans le calcul du volume d'eau ruisselé.

- D -

#### ORGANISATION DE L'EXAMEN D'UN SYSTEME RECEPTEUR POUR L'EVALUATION DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION.

Lors de l'exposé des calculs du volume d'eau ruisselé et de la perte en terre, les processus à suivre ont été décrits séparément.

Cependant toutes les opérations manuelles alors citées peuvent se succéder de manière logique ;

Elles sont à accomplir dans l'ordre suivant :

- 1 - Retrait des tamis
- 2 - Lecture du volume d'eau dans les cuves
- 3 - Prélèvement dans les cuves des échantillons nécessaires au calcul du poids de particules terreuses en suspension.
- 4 - Vidage des cuves
- 5 - Prélèvement de la totalité des dépôts de fond dans la première cuve.
- 6 - Lecture au pluviomètre de la hauteur d'eau tombée pendant la période d'étude (l'emploi d'un pluviomètre enregistreur est recommandé).

Afin de faciliter les travaux, des feuilles spéciales ont été créées aux Etats-Unis, qui permettent de noter clairement et nettement, sur place, les observations. Les calculs peuvent y être également faits. Faciles à classer, elles permettent de former le dossier des observations d'où seront tirés les calculs de l'érosion et du ruissellement pendant de plus longues périodes : mois, trimestre etc...

Un exemple en est fourni ci-après (page 44).

Enfin, toujours en vue de réduire les opérations manuelles comme les risques d'erreur, il est préférable, lorsque plusieurs parcelles coexistent en un lieu, de posséder des séries de bouteilles, boîtes et seaux de volume et poids connus et numérotés d'une manière quelconque, chaque numéro correspondant à une cuve donnée, d'une parcelle donnée.



## C h a p i t r e V

### CONSTITUTION D'UN SYSTEME RECEPTEUR EN VUE D'UNE ETUDE COMPLETE

#### DU RUISSELLEMENT

(VOLUME ; INTENSITE ; VARIATION D'INTENSITE PENDANT LE PHENOMENE)

---

L'estimation du volume d'eau ruisselé d'un champ expérimental, soit après chaque précipitation, soit après un certain laps de temps, fournit la donnée indispensable pour :

- l'étude des relations entre le ruissellement et les facteurs qui l'influencent.

- l'étude comparative du ruissellement en différentes conditions de milieu, permettant de "tarer" l'action d'un facteur donné.

Mais il est nécessaire, si l'on désire effectuer ces études avec une précision plus grande encore, de porter attention à un second fait : la variation d'intensité du ruissellement pendant la durée de celui-ci, fait qui se traduit par une courbe : la courbe d'intensité du ruissellement..

Des enseignements très précieux peuvent être tirés de l'examen de cette dernière.

En effet, si dans une étude du ruissellement le volume d'eau ruisselé permet la connaissance du résultat final de l'action d'un facteur, la courbe d'intensité pendant cette même étude permet de se rendre compte de quelle manière ce facteur agit.

- A -

#### CONSTITUTION DU SYSTEME RECEPTEUR :

##### APPAREILLAGE ET AMENAGEMENTS SUPPLEMENTAIRES.

La mesure de la variation de l'intensité du ruissellement et la courbe d'intensité du ruissellement, pendant un temps donné, sont obtenues par simple adjonction aux ordinaires systèmes récepteurs d'eau et de terre d'un appareil de mesure situé à l'extrémité aval du canal d'adduction qui fait communiquer la gouttière collectrice et la première cuve réceptrice (figure 11 ).

#### I - Description de l'appareil (figure 11 )

Il est constitué de deux parties :

- 1 - un canal calibré.
- 2 - un enregistreur à flotteur.

- 1 - Le canal calibré a un fond trapezoïdal, la petite base étant située vers l'aval. Les parois perpendiculaires au fond, sont verticales et convergeantes. Le canal est ainsi largement ouvert vers l'amont et se rétrécit dans le sens d'écoulement de l'eau.

Les parois enfin ont une forme de trapèze rectangle, le côté en pente étant situé vers l'aval. Il en résulte que

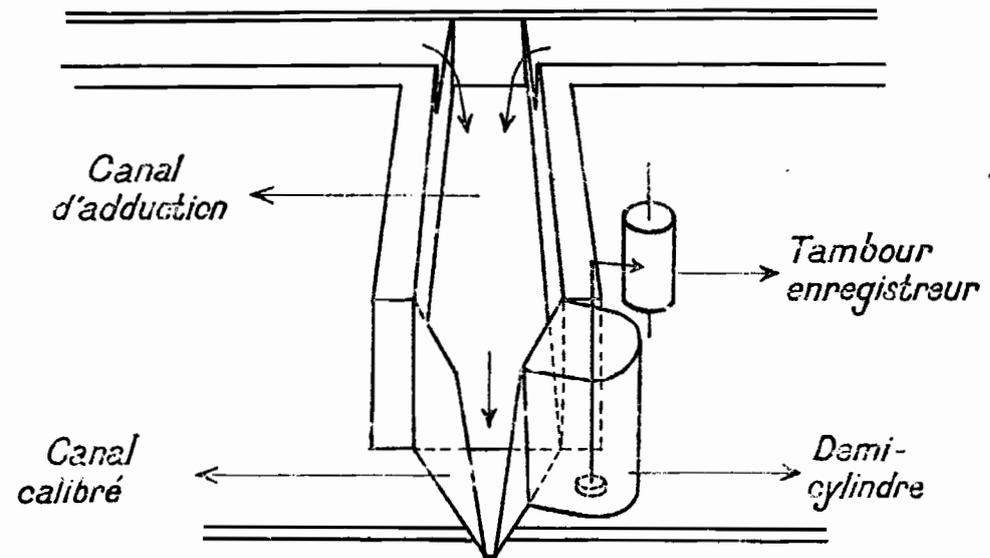


Figure II

l'orifice du canal n'a pas une forme de rectangle vertical mais celle d'un trapèze incliné.

- 2 - Sur une paroi du canal sont percés en une ligne verticale, des trous faisant communiquer celui-ci avec un demi-cylindre.

Au sommet de ce dernier, de hauteur plus grande que celle du canal, est situé un tambour enregistreur à révolution.

Les mouvements de la plume traçante sont solidaires de ceux d'un flotteur placé dans le demi-cylindre dont le fond est exactement de niveau avec celui du canal.

## II - Fonctionnement de l'appareil.

Le fonctionnement de l'appareil est basé sur les principes suivants :

- 1 - A condition que le degré de pente du canal d'adduction amenant l'eau de la gouttière collectrice au canal calibré soit inférieur à 3 ‰, le débit de l'eau, en m<sup>3</sup>/sec, à la sortie du canal calibré est en relation simple et directe avec la hauteur d'eau dans ce canal.
- 2 - Le canal calibré et le demi-cylindre adjaçant étant communicants, la hauteur d'eau dans ces deux éléments, au cours du ruissellement, sera la même à tout instant.

Toute variation du niveau d'eau dans le canal entraînera une variation de même sens et de même grandeur dans le demi-cylindre. Le flotteur variera donc d'altitude, transmettant son mouvement à la plume.

Finalement, sur le tambour sera enregistré une courbe traduisant la variation, dans le temps, de la hauteur d'eau dans le canal calibré au cours d'un ruissellement.

Comme à chaque hauteur d'eau correspond un débit défini, une courbe exprimant la variation du débit dans le canal, donc une variation d'intensité du ruissellement, se trouve de ce fait établie.

- 3 - L'emploi du canal calibré ci-dessus décrit offre deux avantages appréciables : la convergence des parois provoque de sensibles variations de hauteur d'eau.

Aucune correction n'intervient dans le calcul du débit en fonction de la hauteur d'eau.

Employés aux Etats-Unis de tels canaux calibrés se sont révélés parfaits pour la mesure de débits aussi bien faibles que forts.

## III - Notes sur l'installation du système récepteur.

Lorsqu'un système récepteur est muni de l'appareil permettant d'évaluer la variation d'intensité du ruissellement, il est obligatoire :

- 1 - de le couvrir entièrement : aucun élément, depuis la gouttière collectrice jusqu'à la dernière cuve, ne doit recevoir en lui de l'eau de pluie. Il n'y a, en effet, aucune possibilité d'effectuer une correction quelconque, relative à l'eau traversant le canal calibré.
- 2 - de donner au canal d'adduction une pente inférieure ou égale à 3 %.
- 3 - de donner au canal d'adduction une largeur égale à celle de l'ouverture amont du canal calibré.
- 4 - de prévoir à l'extrémité du canal d'adduction un moyen quelconque de fixer solidement le canal calibré (la jonction des deux canaux doit être parfaitement étanche). L'extrémité de ce dernier repose sur le bord de la première cuve dans laquelle s'écoule l'eau de ruissellement.

L'adjonction à un système récepteur quelconque de l'appareil de mesure d'intensité du ruissellement ne change aucunement sa composition. Son établissement (choix du nombre et de la taille des cuves - choix des partiteurs) se conforme aux règles exposées au Chapitre II. C.

- B -

#### CHOIX DU CANAL CALIBRE

Le choix du canal calibré à installer sur un système récepteur est fixé par une règle unique :

Un canal calibré, inclus dans un système récepteur doit avoir une capacité maxima de débit supérieure à l'intensité maxima présumée du ruissellement (en m<sup>3</sup>/sec) issu du champ expérimental.

Le calcul de cette dernière valeur a été exposé chapitre II C.II.

- C -

#### DIMENSIONS DES CANAUX CALIBRES COURAMMENT EMPLOYES

##### DEBIT DES CANAUX CALIBRES

Le débit des canaux calibrés utilisés aux Etats-Unis pour étudier la variation d'intensité du ruissellement et obtenir une courbe d'intensité du phénomène, n'est <sup>pas</sup> justiciable d'une formule hydrologique.

Ces canaux ont été conçus et étudiés par le Service de la Conservation du Sol au "Laboratoire d'Hydraulique du Bureau national des Standards" et adoptés pour les avantages certains qu'ils offrent, et qui ont été signalés ci-dessus.

Il a été calculé que le débit de l'eau qui les traverse à un moment donné est fonction directe de la hauteur de la lame d'eau. Pour faciliter les études envisagées à l'aide de ces canaux, il était nécessaire de connaître à priori leur débit pour toute une série de hauteurs d'eau successives. Aussi ont-ils été simplement étalonnés expérimentalement en laboratoire.

C'est ainsi qu'ont été mis au point une série de canaux calibrés, de même conception mais de différentes tailles. Ils se groupent en 3 types généraux : Types HS ; H ; et HL. Ceci répond à la particularité suivante : le rapport d'une dimension donnée du canal à la hauteur du canal est, pour tous les canaux d'un même type, toujours le même. En d'autres termes les dimensions d'un canal s'expriment et se calculent en fonction de la hauteur de celui-ci : elles se calculent de la même manière pour tous les canaux appartenant à un même type général.

Chaque canal a son propre débit maximum, fonction de sa taille. Le débit de chaque canal a été calculé pour des hauteurs d'eau successives, différentes de 0,01 pied soit 3,048 mm.

Les tables dressées par le Service de la Conservation du Sol vont être ci-dessous fournies. Les valeurs de débit et de hauteur d'eau sont respectivement exprimées en pieds-cubes par seconde et pieds. Nous n'avons pas fait la transformation en mesure métrique car liberté est laissée à l'expérimentateur de fixer à quelles différentes hauteurs d'eau il désire connaître le débit du canal qu'il lui faut employer. Il peut calculer le débit pour des hauteurs d'eau successives, différant de 2 mm, 3 mm ou 4 mm. (Un calcul tous les 3 mm permet une étude de bonne précision).

Les renseignements fournis ici permettent de construire un abaque sur papier millimétré. Si les hauteurs d'eau tous les 3 mm 048 (= 0,01 pied) sont portées en ordonnée et les valeurs de débit en pieds-cubes par seconde, en abscisse, une lecture directe sur la courbe obtenue, pour des hauteurs en ordonnée, (tous les 2 mm par exemple) permettra de déduire les valeurs de débit, en pieds cubes par seconde, correspondant à ces hauteurs (hauteurs d'eau successives différant de 2 mm pour l'exemple pris). On les exprimera alors en m<sup>3</sup>/sec.

#### I - Canaux calibrés de type H.S. (Planche 1 Table 1 )

Il en existe 4, différant par leur hauteur, d'où découlent leurs dimensions

0, 4 pied  
0,6 pied  
0,8 pied  
1 pied.

La Planche n° 1 permet le calcul de leurs dimensions.

La Table 1 fournit leur débit tous les 1/100 de pied.

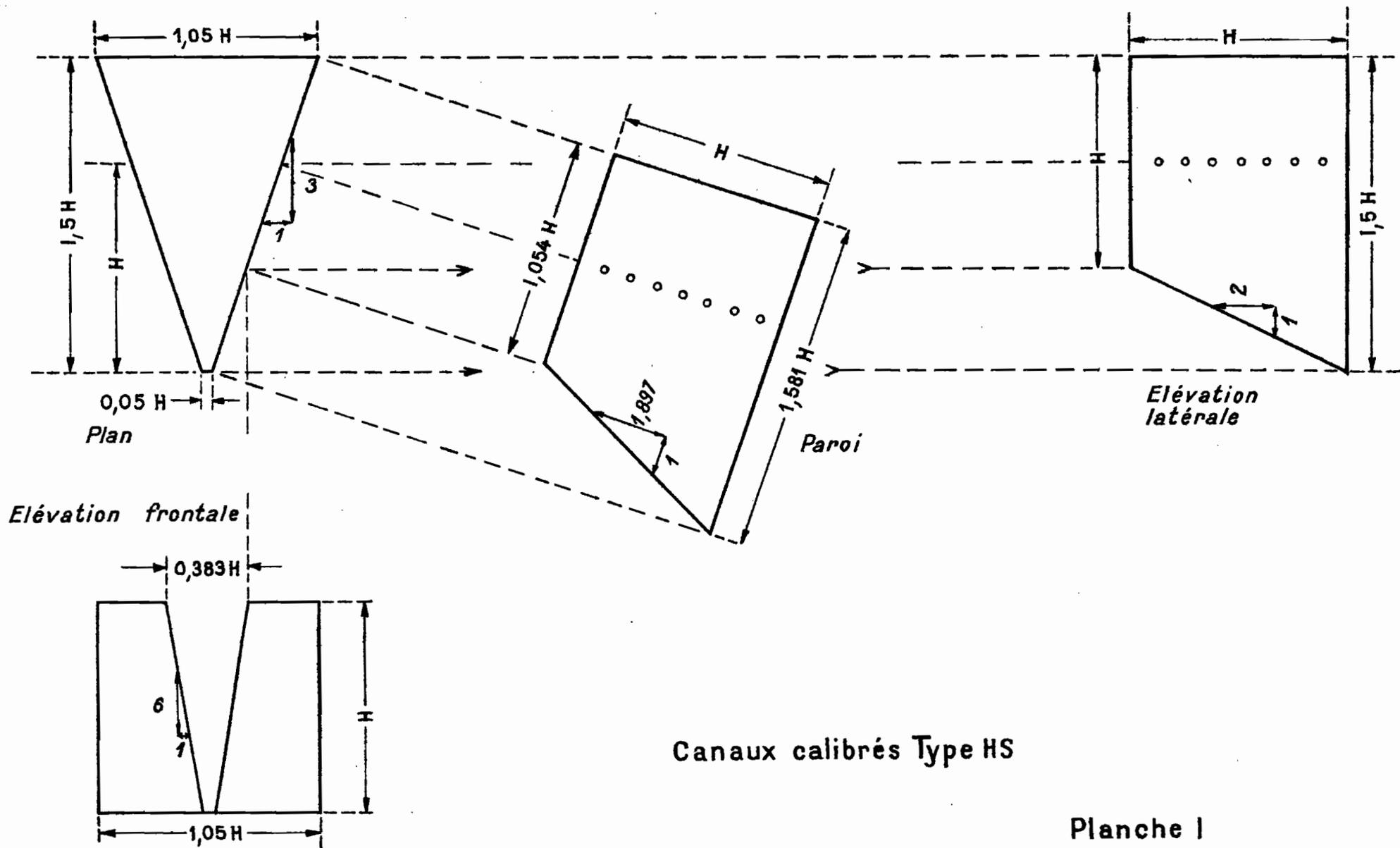
#### II - Canaux calibrés de type H. (Planche n° 2 Table 2 )

Il en existe 8, différant par leur hauteur, d'où découlent leurs dimensions :

0,5 pied	2 pieds
0,75 pied	2,5 pieds
1 pied	3 pieds
1,5 pieds	4,5 pieds

La planche N° 2 permet le calcul de leurs dimensions.

La Table 2 fournit leur débit tous les 1/100 de pied.



Canaux calibrés Type HS

TABLE 1 : Débit des Canaux calibrés de type H.S.

Hauteur d'eau en pieds  
Débit en pieds-cubes par seconde

TYPE HS : Hauteur : 0,4 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0		.00000	.00016	.00037	.00064	.00098	.00141	.00194	.00258	.00332
.1	.00417	.00509	.00608	.00717	.00837	.00968	.0111	.0126	.0143	.0161
.2	.0179	.0200	.0221	.0244	.0268	.0293	.0320	.0348	.0378	.0409
.3	.0441	.0475	.0511	.0548	.0586	.0626	.0668	.0711	.0756	.0803

TYPE HS : Hauteur : 0,6 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0	0.	.00000	.00023	.00053	.00091	.00138	.00193	.00259	.00335	.00421
.1	.00517	.00625	.00742	.00867	.0100	.0115	.0131	.0148	.0166	.0186
.2	.0207	.0229	.0252	.0277	.0303	.0330	.0359	.0389	.0421	.0454
.3	.0489	.0524	.0562	.0601	.0641	.0683	.0727	.0772	.0819	.0868
.4	.0918	.0970	.102	.108	.114	.120	.126	.132	.138	.145
.5	.152	.159	.166	.173	.181	.188	.196	.205	.213	.221

TABLE 1 (suite)

TYPE HS : Hauteur : 0,8 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0	0	.00000	.00030	.00068	.00116	.00174	.00242	.00322	.00412	.00513
.1	.00625	.00750	.00884	.0103	.0118	.0135	.0153	.0172	.0193	.0214
.2	.0237	.0262	.0287	.0314	.0343	.0373	.0404	.0437	.0471	.0506
.3	.0543	.0582	.0622	.0664	.0708	.0752	.0799	.0847	.0897	.0949
.4	.100	.106	.111	.117	.123	.129	.136	.142	.149	.156
.5	.163	.170	.178	.186	.193	.202	.210	.218	.227	.236
.6	.245	.254	.264	.273	.283	.293	.303	.314	.325	.336
.7	.347	.358	.370	.381	.393	.406	.418	.431	.444	.457

TYPE HS : Hauteur : 1 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0		.00000	.00037	.00083	.00141	.00209	.00290	.00384	.00489	.00606
.1	.00736	.00882	.0103	.0120	.0137	.0157	.0177	.0198	.0221	.0245
.2	.0270	.0297	.0325	.0355	.0386	.0418	.0452	.0488	.0525	.0563
.3	.0603	.0645	.0688	.0733	.0779	.0827	.0877	.0929	.0981	.104
.4	.109	.115	.121	.127	.134	.140	.147	.154	.161	.168
.5	.176	.183	.191	.199	.208	.216	.225	.233	.243	.252
.6	.261	.271	.281	.291	.301	.312	.322	.333	.344	.355
.7	.367	.379	.391	.403	.416	.428	.441	.454	.468	.481
.8	.495	.509	.524	.538	.553	.568	.583	.599	.614	.630
.9	.646	.663	.680	.697	.714	.731	.749	.767	.785	.803

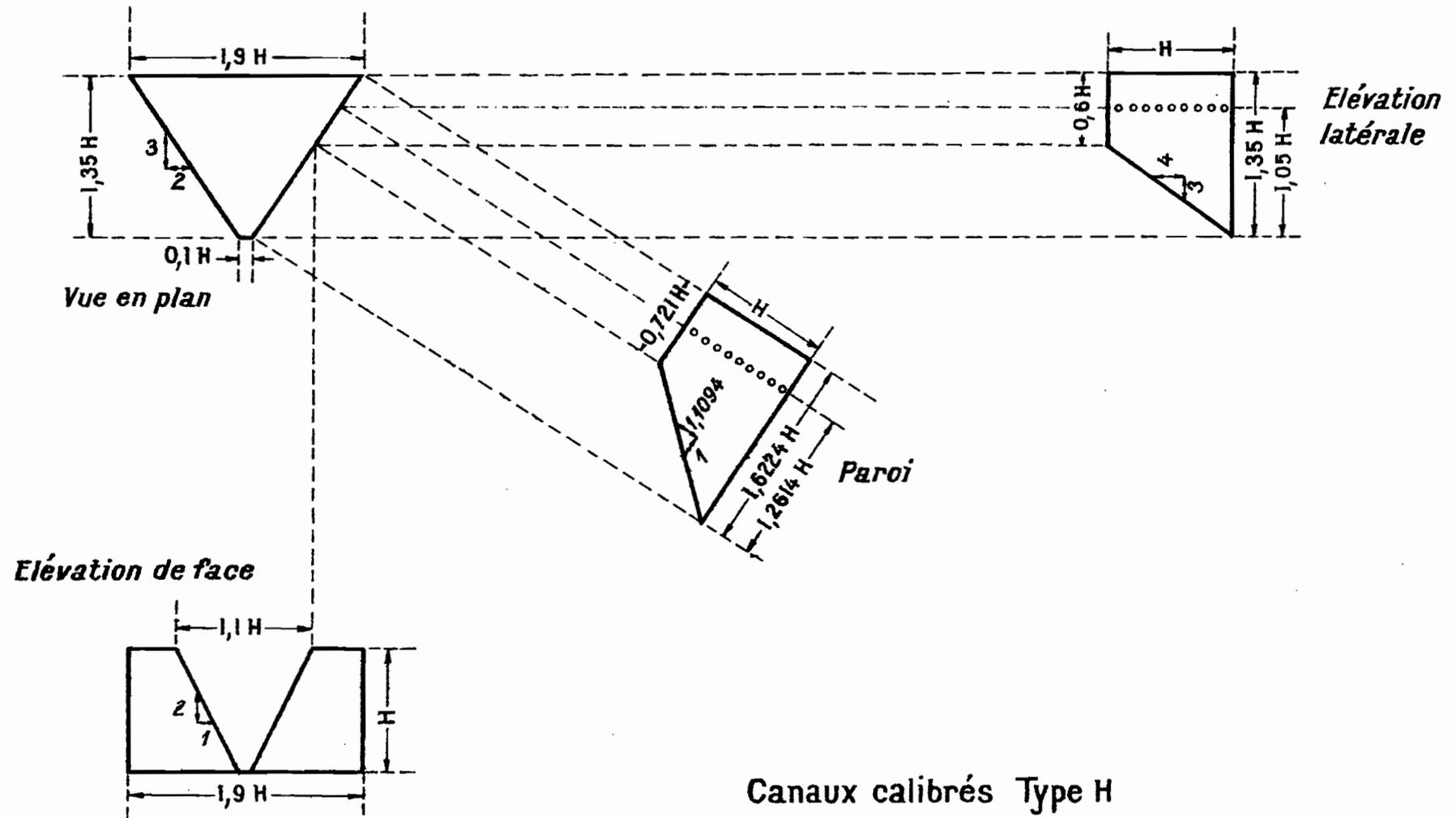


TABLE 2 : Débit des canaux calibrés de type H.

Hauteur d'eau en pieds  
Débit en pieds-cubes par seconde

TYPE H : Hauteur : 0,5 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds <sub>0</sub>	0	T.	.0004	.0009	.0016	.0024	.0035	.0047	.0063	.0080
.1	.0101	.0122	.0146	.0173	.0202	.0233	.0267	.0304	.0343	.0385
.2	.0431	.0479	.0530	.0585	.0643	.0704	.0767	.0834	.0905	.0979
.3	.1057	.1139	.1224	.1314	.1407	.1505	.1607	.1713	.1823	.1938
.4	.205	.217	.230	.244	.257	.271	.285	.300	.315	.331

TYPE H : Hauteur 0,75 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds <sub>0</sub>	0	T.	.0006	.0013	.0022	.0032	.0046	.0061	.0080	.0101
.1	.0126	.0151	.0179	.0210	.0242	.0278	.0317	.0358	.0403	.0451
.2	.0501	.0555	.0612	.0672	.0735	.0802	.0872	.0946	.1023	.1104
.3	.119	.128	.137	.146	.156	.167	.177	.188	.199	.211
.4	.224	.237	.250	.263	.277	.291	.306	.321	.337	.353
.5	.370	.388	.406	.424	.443	.462	.482	.502	.523	.544
.6	.566	.588	.611	.635	.659	.683	.708	.734	.760	.786
.7	.813	.841	.869	.898	.927	.957				

TABLE 2 (suite 1)

TYPE H : Hauteur : 1 pied

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds 0.	0	T.	.0007	.0017	.0027	.0040	.0056	.0075	.0097	.0122
.1	.0150	.0179	.0211	.0246	.0284	.0324	.0367	.0413	.0462	.0515
.2	.0571	.0630	.0692	.0758	.0827	.0900	.0976	.1055	.1138	.1226
.3	.132	.141	.151	.161	.172	.183	.194	.206	.218	.231
.4	.244	.257	.271	.285	.300	.315	.331	.347	.364	.381
.5	.398	.416	.434	.453	.472	.492	.512	.533	.554	.576
.6	.598	.621	.644	.668	.692	.717	.743	.769	.796	.823
.7	.851	.880	.909	.939	.969	1.000	1.031	1.063	1.096	1.129
.8	1.16	1.20	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	1.41	1.45	1.49
.9	1.53	1.57	1.61	1.66	1.70	1.74	1.78	1.83	1.87	1.92

TABLE 2 (suite 2)

TYPE H : Hauteur : 1,5 pied

Hauteur d'eau Pieds	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0	0.	T.	.0011	.0023	.0039	.0057	.0078	.0103	.0131	.0164
.1	.0200	.0237	.0276	.0319	.0365	.0414	.0467	.0523	.0582	.0645
.2	.0711	.0780	.0854	.0931	.1011	.1095	.1183	.1275	.1371	.1470
.3	.157	.168	.179	.191	.203	.215	.228	.241	.255	.269
.4	.283	.298	.314	.330	.346	.363	.380	.398	.416	.435
.5	.454	.473	.493	.514	.535	.557	.579	.601	.624	.648
.6	.672	.697	.722	.747	.773	.800	.827	.855	.883	.912
.7	.942	.972	1.002	1.033	1.065	1.097	1.130	1.163	1.197	1.231
.8	1.27	1.30	1.34	1.38	1.41	1.45	1.49	1.53	1.57	1.61
.9	1.65	1.69	1.73	1.78	1.82	1.86	1.91	1.95	2.00	2.05
1.0	2.09	2.14	2.19	2.24	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	2.56
1.1	2.61	2.67	2.73	2.78	2.84	2.90	2.96	3.02	3.08	3.14
1.2	3.20	3.27	3.33	3.39	3.46	3.52	3.59	3.66	3.73	3.80
1.3	3.87	3.94	4.01	4.08	4.15	4.22	4.30	4.37	4.45	4.52
1.4	4.60	4.68	4.76	4.84	4.92	5.00	5.08	5.16	5.24	5.33

TABLE 2 (suite 3)

TYPE H - Hauteur : 2 pieds

Hauteur d'eau : Pieds	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0	0	T.	.0014	.0031	.0050	.0073	.0100	.0130	.0166	.0205
.1	.0248	.0293	.0341	.0392	.0447	.0505	.0567	.0632	.0701	.0774
.2	.0850	.0930	.1015	.1103	.1195	.1290	.1390	.1494	.1602	.1714
.3	.183	.195	.207	.220	.234	.248	.262	.276	.291	.307
.4	.323	.339	.356	.374	.392	.410	.429	.448	.468	.488
.5	.509	.530	.552	.574	.597	.620	.644	.668	.693	.719
.6	.745	.771	.798	.826	.854	.882	.911	.941	.971	1.002
.7	1.03	1.07	1.10	1.13	1.16	1.20	1.23	1.27	1.30	1.34
.8	1.38	1.42	1.46	1.49	1.53	1.57	1.62	1.66	1.70	1.74
.9	1.78	1.83	1.87	1.92	1.96	2.01	2.06	2.10	2.15	2.20
1.0	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.51	2.56	2.62	2.67	2.73
1.1	2.78	2.84	2.90	2.96	3.02	3.08	3.14	3.20	3.26	3.32
1.2	3.38	3.45	3.51	3.58	3.65	3.71	3.78	3.85	3.92	3.99
1.3	4.06	4.13	4.20	4.28	4.35	4.43	4.50	4.58	4.66	4.74
1.4	4.82	4.90	4.98	5.06	5.14	5.23	5.31	5.40	5.48	5.57
1.5	5.65	5.74	5.83	5.92	6.01	6.11	6.20	6.29	6.38	6.48
1.6	6.58	6.67	6.77	6.87	6.97	7.07	7.17	7.27	7.37	7.47
1.7	7.58	7.68	7.79	7.90	8.00	8.11	8.22	8.33	8.44	8.56
1.8	8.67	8.78	8.90	9.01	9.13	9.24	9.36	9.48	9.60	9.72
1.9	9.85	9.97	10.09	10.21	10.34	10.47	10.60	10.72	10.85	10.98

TABLE 2 (suite 4)  
 TYPE H - Hauteur : 2,5 pieds

Hauteur d'eau :	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0.	0.	T.	.0018	.0038	.0061	.0089	.0121	.0158	.0200	.0247
.1	.0298	.0350	.0406	.0465	.0528	.0595	.0666	.0741	.0820	.0903
.2	.0990	.1081	.1176	.1275	.1379	.1486	.1597	.1713	.1834	.1960
.3	.209	.222	.236	.250	.265	.280	.296	.312	.328	.345
.4	.363	.381	.399	.418	.437	.457	.478	.499	.520	.542
.5	.564	.587	.611	.635	.659	.684	.710	.736	.763	.790
.6	.818	.846	.875	.904	.934	.965	.996	1.027	1.059	1.092
.7	1.13	1.16	1.19	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	1.41	1.45
.8	1.49	1.53	1.57	1.61	1.65	1.70	1.74	1.78	1.83	1.87
.9	1.92	1.96	2.01	2.06	2.11	2.16	2.21	2.26	2.31	2.36
1.0	2.41	2.46	2.51	2.57	2.62	2.68	2.74	2.79	2.85	2.91
1.1	2.97	3.03	3.09	3.15	3.21	3.27	3.33	3.40	3.46	3.53
1.2	3.59	3.66	3.73	3.80	3.86	3.93	4.00	4.07	4.15	4.22
1.3	4.29	4.37	4.44	4.52	4.59	4.67	4.75	4.82	4.90	4.98
1.4	5.06	5.15	5.23	5.31	5.39	5.48	5.56	5.65	5.74	5.82
1.5	5.91	6.00	6.09	6.18	6.27	6.37	6.46	6.55	6.65	6.75
1.6	6.84	6.94	7.04	7.14	7.24	7.34	7.45	7.55	7.66	7.76
1.7	7.86	7.97	8.08	8.19	8.30	8.41	8.53	8.64	8.75	8.87
1.8	8.98	9.10	9.22	9.34	9.45	9.57	9.70	9.82	9.94	10.06
1.9	10.2	10.3	10.4	10.6	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.4
2.0	11.5	11.6	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.5	12.6	12.7
2.1	12.9	13.0	13.2	13.3	13.5	13.6	13.8	13.9	14.1	14.2
2.2	14.4	14.5	14.7	14.8	15.0	15.1	15.3	15.5	15.6	15.8
2.3	16.0	16.1	16.3	16.4	16.6	16.8	17.0	17.1	17.3	17.5
2.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.3	18.5	18.7	18.9	19.1	19.2

155

TABLE 2 (suite 5)  
 TYPE H - Hauteur : 3 pieds

Hauteur d'eau :	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0.	0.	T.	.0021	.0045	.0073	.0105	.0143	.0186	.0234	.0288
.1	.0347	.0407	.0471	.0538	.0610	.0686	.0766	.0851	.0939	.1032
.2	.113	.123	.134	.145	.156	.168	.180	.193	.207	.220
.3	.234	.249	.264	.280	.296	.312	.329	.347	.365	.383
.4	.402	.421	.441	.462	.483	.504	.526	.549	.572	.596
.5	.620	.644	.669	.695	.721	.748	.775	.803	.832	.861
.6	.890	.920	.951	.982	1.014	1.047	1.080	1.113	1.147	1.182
.7	1.22	1.25	1.29	1.33	1.36	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56
.8	1.60	1.65	1.69	1.73	1.78	1.82	1.86	1.91	1.96	2.00
.9	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.35	2.41	2.46	2.51
1.0	2.57	2.62	2.68	2.73	2.79	2.85	2.91	2.97	3.03	3.09
1.1	3.15	3.21	3.27	3.34	3.40	3.46	3.53	3.60	3.66	3.73
1.2	3.80	3.87	3.94	4.01	4.08	4.15	4.23	4.30	4.37	4.45
1.3	4.53	4.60	4.68	4.76	4.84	4.92	5.00	5.08	5.16	5.24
1.4	5.33	5.41	5.50	5.58	5.67	5.76	5.84	5.93	6.02	6.11

TABLE 2 (Suite 6)

TYPE H - Hauteur : 3 pieds

Hauteur d'eau :	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
1.5	6.20	6.30	6.39	6.48	6.58	6.67	6.77	6.87	6.96	7.06
1.6	7.16	7.26	7.36	7.47	7.57	7.67	7.78	7.88	7.99	8.10
1.7	8.20	8.31	8.42	8.53	8.64	8.75	8.87	8.98	9.10	9.21
1.8	9.33	9.45	9.56	9.68	9.80	9.92	10.05	10.17	10.29	10.41
1.9	10.5	10.7	10.8	10.9	11.0	11.2	11.3	11.4	11.6	11.7
2.0	11.9	12.0	12.1	12.3	12.4	12.6	12.7	12.8	13.0	13.1
2.1	13.3	13.4	13.6	13.7	13.9	14.0	14.2	14.3	14.5	14.6
2.2	14.8	14.9	15.1	15.3	15.4	15.6	15.7	15.9	16.1	16.2
2.3	16.4	16.6	16.7	16.9	17.1	17.2	17.4	17.6	17.8	17.9
2.4	18.1	18.3	18.5	18.8	18.9	19.0	19.2	19.4	19.6	19.8
2.5	19.9	20.1	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5	21.7
2.6	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	23.5	23.7
2.7	23.9	24.1	24.3	24.5	24.7	24.9	25.2	25.4	25.6	25.8
2.8	26.0	26.2	26.5	26.7	26.9	27.1	27.4	27.6	27.8	28.0
2.9	28.3	28.5	28.7	28.9	29.2	29.4	29.7	29.9	30.1	30.4

TABLE 2 (suite 7)

TYPE H - Hauteur : 4,5 pieds

Hauteur d'eau :	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0.	0.	T.	.0031	.0066	.0106	.0154	.0208	.0269	.0337	.0413
.1	.0496	.0578	.0666	.0758	.0855	.0959	.1067	.1180	.1298	.1420
.2	.155	.168	.182	.196	.211	.226	.242	.259	.276	.293
.3	.311	.330	.349	.368	.388	.409	.430	.452	.474	.497
.4	.520	.544	.569	.594	.620	.646	.673	.700	.728	.756
.5	.785	.815	.845	.876	.907	.939	.972	1.005	1.039	1.073
.6	1.11	1.14	1.18	1.22	1.25	1.29	1.33	1.38	1.41	1.45
.7	1.49	1.53	1.58	1.62	1.66	1.71	1.75	1.80	1.84	1.89
.8	1.94	1.99	2.04	2.09	2.14	2.19	2.24	2.24	2.35	2.40
.9	2.45	2.51	2.56	2.62	2.68	2.74	2.79	2.85	2.91	2.98
1.0	3.04	3.10	3.16	3.22	3.29	3.35	3.42	3.49	3.55	3.62
1.1	3.69	3.76	3.83	3.90	3.97	4.04	4.12	4.19	4.27	4.34
1.2	4.42	4.50	4.58	4.65	4.73	4.81	4.89	4.98	5.06	5.14
1.3	5.22	5.31	5.39	5.48	5.57	5.66	5.74	5.83	5.92	6.02
1.4	6.11	6.20	6.29	6.39	6.48	6.58	6.68	6.77	6.87	6.97
1.5	7.07	7.17	7.27	7.37	7.48	7.59	7.69	7.80	7.90	8.01
1.6	8.12	8.23	8.34	8.45	8.56	8.68	8.79	8.90	9.02	9.14
1.7	9.25	9.37	9.49	9.61	9.73	9.85	9.98	10.10	10.22	10.35
1.8	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.4	11.5	11.6
1.9	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.5	12.6	12.8	12.9	13.0

TABLE 2 (Suite.8)

TYPE H - Hauteur : 4,5 pieds

Hauteur d'eau	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
2.0	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7	13.9	14.1	14.2	14.4	14.5
2.1	14.7	14.8	15.0	15.2	15.3	15.5	15.6	15.8	15.9	16.1
2.2	16.3	16.4	16.6	16.8	16.9	17.1	17.3	17.4	17.6	17.8
2.3	18.0	18.1	18.3	18.5	18.7	18.8	19.0	19.2	19.4	19.6
2.4	19.7	19.9	20.1	20.3	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2	21.4
2.5	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4	22.6	22.8	23.0	23.2	23.4
2.6	23.6	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.9	25.1	25.3	25.5
2.7	25.7	25.9	26.1	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.7
2.8	27.9	28.1	28.4	28.6	28.8	29.0	29.3	29.5	29.7	30.0
2.9	30.2	30.4	30.7	30.9	31.2	31.4	31.7	31.9	32.2	32.4
3.0	32.7	32.9	33.2	33.4	33.7	33.9	34.2	34.4	34.7	35.0
3.1	35.2	35.5	35.8	36.0	36.3	36.6	36.8	37.1	37.4	37.7
3.2	37.9	38.2	38.5	38.8	39.0	39.3	39.6	39.9	40.2	40.5
3.3	40.8	41.2	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.8	43.1	43.4
3.4	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9	45.2	45.5	45.8	46.1	46.4
3.5	46.8	47.1	47.4	47.7	48.0	48.3	48.6	49.0	49.3	49.6
3.6	49.9	50.3	50.6	50.9	51.2	51.6	51.9	52.2	52.6	52.9
3.7	53.2	53.6	53.9	54.3	54.6	54.9	55.3	55.6	56.0	56.3
3.8	56.7	57.0	57.4	57.7	58.1	58.4	58.8	59.2	59.5	59.9
3.9	60.2	60.6	61.0	61.3	61.7	62.1	62.4	62.8	63.2	63.6
4.0	63.9	64.3	64.7	65.1	65.4	65.8	66.2	66.6	67.0	67.4
4.1	67.8	68.2	68.5	68.9	69.3	69.7	70.1	70.5	70.9	71.3
4.2	71.7	72.1	72.5	72.9	73.3	73.8	74.2	74.6	75.0	75.4
4.3	75.8	76.2	76.6	77.1	77.5	77.9	78.3	78.8	79.2	79.6
4.4	80.0	80.5	80.9	81.3	81.8	82.2	82.6	83.1	83.5	84.0

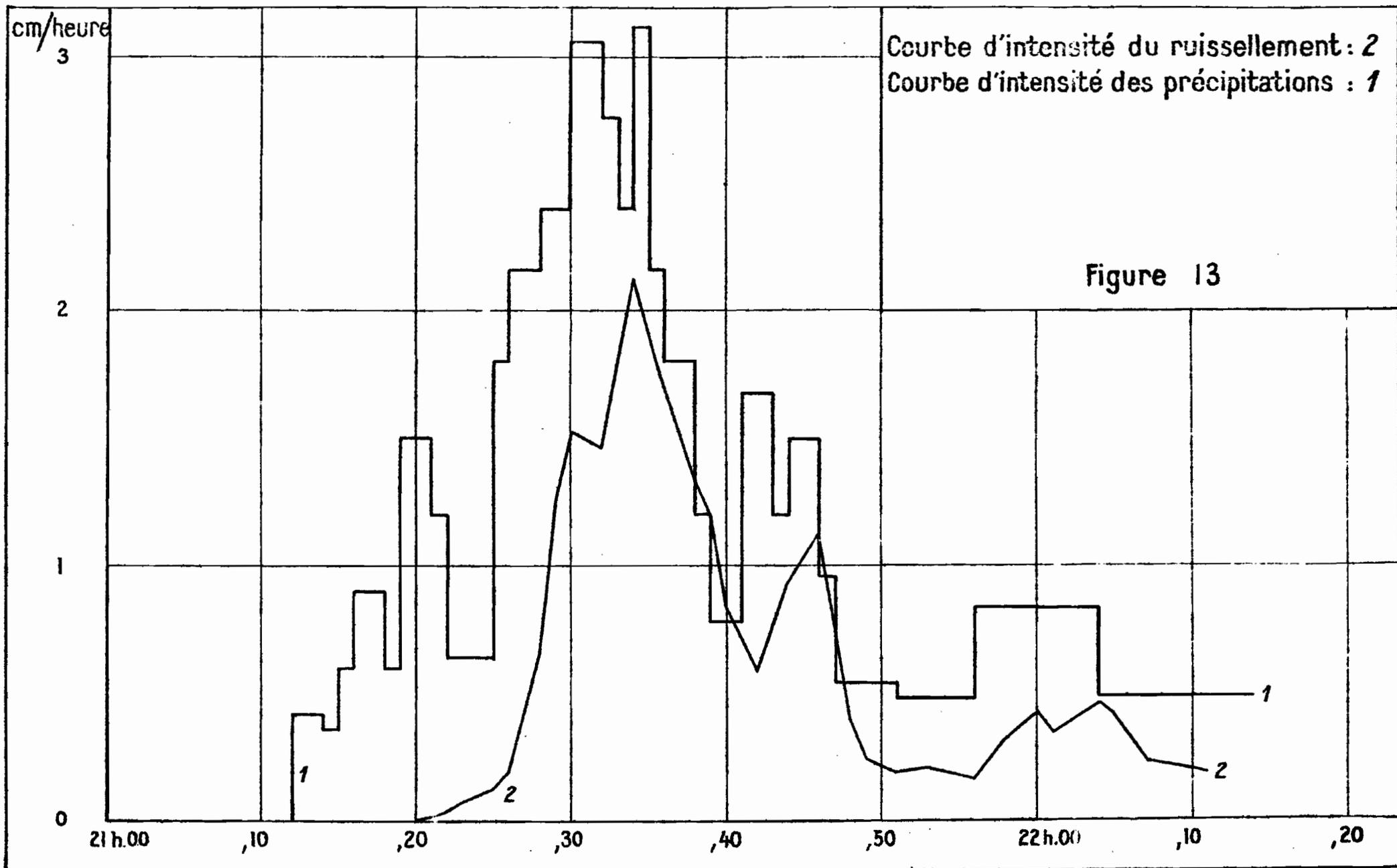


TABLE 3

Débit du canal calibré de type H.L.

Hauteur d'eau en pieds.

Débit en pieds-cubes par seconde.

Hauteur d'eau :	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
0.	.000	T.	.005	.012	.020	.029	.039	.050	.062	.075
.1	.089	.103	.119	.135	.152	.170	.190	.211	.232	.255
.2	.278	.302	.327	.352	.378	.405	.434	.465	.497	.530
.3	.565	.600	.635	.670	.705	.740	.780	.820	.860	.900
.4	.940	.982	1.03	1.08	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.37
.5	1.42	1.48	1.53	1.59	1.64	1.70	1.76	1.82	1.88	1.94
.6	2.01	2.07	2.14	2.21	2.28	2.35	2.42	2.49	2.56	2.64
.7	2.71	2.79	2.87	2.95	3.03	3.11	3.19	3.28	3.36	3.44
.8	3.53	3.61	3.70	3.79	3.88	3.98	4.08	4.18	4.28	4.38
.9	4.48	4.58	4.68	4.79	4.90	5.01	5.12	5.23	5.34	5.45
1.0	5.56	5.68	5.80	5.92	6.04	6.16	6.28	6.40	6.52	6.64
1.1	6.76	6.89	7.02	7.15	7.28	7.41	7.54	7.67	7.80	7.93
1.2	8.06	8.20	8.35	8.50	8.65	8.80	8.95	9.10	9.25	9.40
1.3	9.55	9.70	9.90	10.1	10.2	10.4	10.5	10.7	10.8	11.0
1.4	11.2	11.4	11.6	11.7	11.9	12.1	12.3	12.4	12.6	12.8
1.5	13.0	13.2	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.3	14.5	14.7
1.6	14.9	15.1	15.3	15.5	15.7	15.9	16.2	16.4	16.6	16.8
1.7	17.0	17.2	17.4	17.6	17.8	18.1	18.3	18.5	18.7	19.0
1.8	19.2	19.4	19.7	19.9	20.2	20.4	20.6	20.9	21.2	21.4
1.9	21.7	21.9	22.1	22.4	22.7	23.0	23.2	23.4	23.7	24.0

10

TABLE 3 (suite)

Débit du canal calibré de type H.L.

Hauteur d'eau en pieds.

Débit en pieds-cubes par seconde.

Hauteur d'eau :	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Pieds										
2.0	24.3	24.5	24.8	25.0	25.3	25.6	25.8	26.1	26.4	26.7
2.1	27.0	27.3	27.6	27.9	28.2	28.5	28.8	29.1	29.4	29.7
2.2	30.0	30.3	30.6	30.9	31.2	31.5	31.9	32.2	32.5	32.8
2.3	33.1	33.5	33.8	34.1	34.5	34.8	35.1	35.4	35.8	36.1
2.4	36.5	36.8	37.1	37.4	37.8	38.2	38.5	38.8	39.1	39.5
2.5	39.9	40.3	40.6	41.0	41.4	41.7	42.1	42.4	42.8	43.2
2.6	43.6	43.9	44.3	44.7	45.1	45.5	45.8	46.2	46.6	47.1
2.7	47.5	47.9	48.2	48.6	49.0	49.4	49.8	50.2	50.7	51.1
2.8	51.6	52.0	52.4	52.8	53.3	53.7	54.1	54.5	54.9	55.4
2.9	55.9	56.3	56.7	57.2	57.6	58.1	58.6	59.1	59.5	59.9
3.0	60.3	60.8	61.3	61.8	62.3	62.8	63.2	63.7	64.1	64.6
3.1	65.1	65.6	66.1	66.6	67.1	67.5	68.0	68.5	69.0	69.5
3.2	70.0	70.5	71.0	71.5	72.0	72.5	73.0	73.5	74.0	74.5
3.3	75.0	75.5	76.0	76.5	77.0	77.6	78.2	78.7	79.3	79.9
3.4	80.5	80.9	81.5	82.0	82.6	83.1	83.6	84.2	84.8	85.3
3.5	85.9	86.5	87.1	87.7	88.3	88.9	89.5	90.1	90.7	91.3
3.6	91.9	92.5	93.1	93.7	94.3	94.9	95.5	96.1	96.7	97.4
3.7	98.0	98.6	99.2	99.7	100.	101.	102.	102.	103.0	104.
3.8	104.	105.	106.	106.	107.	107.	108.	109.	109.	110.
3.9	111.	111.	112.	113.	113.	114.	115.	115.	116.	116.
4.0	117.									

III - Canal calibré de type H.L. (Planche 3 Table 3 )

Un canal seulement de ce type existe : il a 4 pieds de haut. La Planche 3 et la table 3 fournissent son calcul de dimensions et son débit.

- D -

RESULTATS OBTENUS.

ETUDE COMPLETE DU RUISSELLEMENT.

L'adjonction au système récepteur d'une parcelle expérimentale, de l'appareil de mesure décrit dans ce chapitre permet une étude complète du ruissellement : volume, intensité, variation d'intensité, comparaison avec le volume et l'intensité des précipitations.

Les tableaux 4 et 5 et les figures 12 et 13 fournissent un exemple numérique des résultats obtenus. Ils vont permettre d'illustrer la méthode de calcul des valeurs et résultats recherchés.

- 1 - Le renseignement obtenu directement sur le tambour enregistreur est une courbe traduisant la variation dans le temps de la hauteur d'eau dans le canal calibré (figure 12).

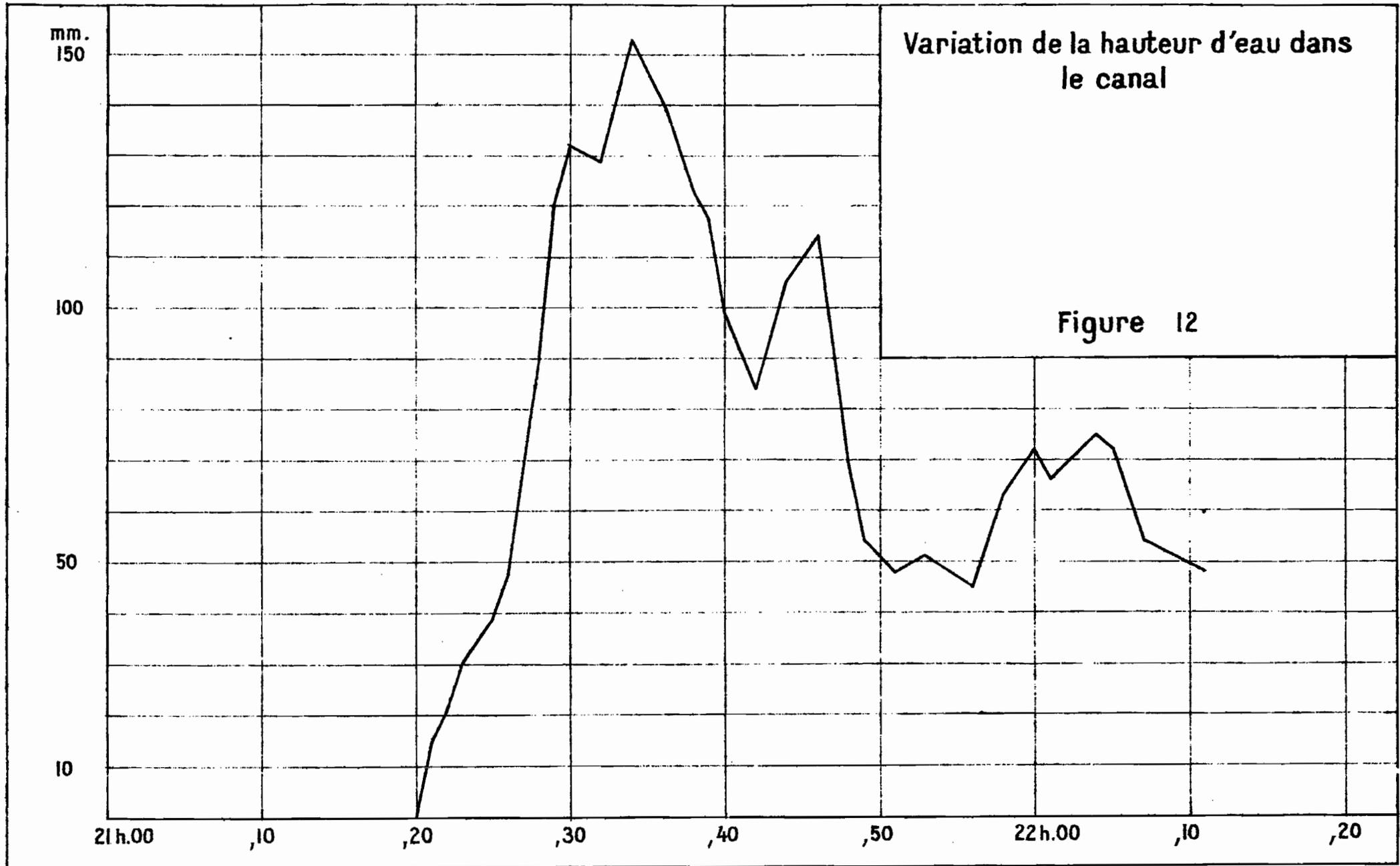
Cette courbe permet la notation de 3 données dans les colonnes 1, 2 et 3 du tableau 4 : Hauteur d'eau dans le canal calibré (colonne 3) à une série d'heures successives (colonne 1) différant d'un certain nombre de minutes (colonne 2).

L'expérimentateur, pour ce faire, étudie la courbe obtenue sur le tambour à révolution. Les temps sont en abscisse : le papier millimétré permet d'apprécier généralement une minute ; les hauteurs d'eau sont en ordonnée. Il note les points qui lui semblent caractéristiques (inflexions, changements de direction, maxima, minima) à des intervalles de temps les plus petits possibles : 1 ou 2 minutes en général, 3 ou 4 minutes ou même plus si la courbe présente une ligne presque droite.

- 2 - Le débit dans le canal est fonction de la hauteur d'eau : A chaque hauteur d'eau déterminée sur la courbe fournie par l'appareil, et notée en colonne 3, correspond donc un débit en  $m^3/sec$ . Celui-ci est obtenu à l'aide des tables de transformation n° 1, 2, 3 fournies au paragraphe précédent.

Ainsi donc sont déterminées les intensités du ruissellement, en  $m^3/sec$ , à une série d'heures successives, en d'autres termes la variation d'intensité du ruissellement, en  $m^3/sec$ , pendant le phénomène (colonne 4 du tableau 4 ).

Ceci est un premier résultat intéressant. Il faut noter cependant immédiatement à son sujet que le ruissellement est exprimé ici en valeur absolue :  $m^3/sec$ . Mais les buts recherchés sont des comparaisons : comparaison avec la courbe d'intensité des précipitations, études comparatives de l'érosion et du ruissellement sur des champs différemment traités ou cultivés.



T A B L E A U 4

EVALUATION DU RUISSELLEMENT

Superficie du champ expérimental : 720 m<sup>2</sup>.

Coefficient de conversion pour le champ : 0,002 m<sup>3</sup>/sec pour 1 cm/heure

1	2	3	4	5	6	7	8
Date et heures heures & minutes	Intervalles de temps minutes	Hauteur d'eau dans le canal millimètres	Intensité du ruissellement enregistré dans le canal m <sup>3</sup> /sec.	Intensité du ruissellement en cm/heure	Intensité moyenne du ruissellement pour les intervalles de temps cm/heure	Hauteur d'eau ruisselée par intervalle de temps cm.	Hauteur d'eau ruisselée accumulée cm.
21 h 20	0	0	0	0			
21	1	15	0,0000435	0,02175	0,010875	0,000181	0,000181
22	1	21	0,0000805	0,04025	0,031	0,000516	0,000697
23	1	30	0,00015625	0,078125	0,0591875	0,000986	0,001683
25	2	39	0,0002575	0,12875	0,1034375	0,003447	0,005130
26	1	48	0,0003825	0,19125	0,16	0,002666	0,007796
28	2	90	0,0013575	0,67875	0,435	0,0145	0,022296
29	1	120	0,0025	1,25	0,964375	0,016072	0,038368
30	1	132	0,003075	1,5375	1,39375	0,023229	0,061597
32	2	129	0,002925	1,4625	1,5	0,05	0,111597
34	2	153	0,00425	2,125	1,79375	0,059791	0,171388
36	2	141	0,00355	1,775	1,95	0,065	0,236388
38	2	123	0,00265	1,325	1,55	0,051666	0,288054
39	1	117	0,0023725	1,18625	1,255625	0,020928	0,308982
40	1	99	0,00166	0,83	1,008125	0,016802	0,325784
42	2	84	0,0011775	0,58875	0,709375	0,23645	0,349429
44	2	105	0,00188	0,94	0,764375	0,025479	0,374908
46	2	114	0,0022425	1,12125	1,030625	0,037375	0,412283

T A B L E A U 4 (suite)

EVALUATION DU RUISSELLEMENT (suite)

1	2	3	4	5	6	7	8
Date et heures	Intervalle de temps	Hauteur d'eau dans le canal	Intensité du ruissellement enregistré dans le canal	Intensité du ruissellement en	Intensité moyenne du ruissellement pour les intervalles de temps	Hauteur d'eau ruisselée par intervalle de temps	Hauteur d'eau ruisselée accumulée
heures & minutes	minutes	millimètres	m <sup>3</sup> /sec.	cm/heure	cm/neure	cm.	cm.
21 h 48	2	69	0,000785	0,3925	0,756875	0,025229	0,437512
49	1	54	0,0004825	0,24125	0,316875	0,005281	0,442793
51	2	48	0,0003825	0,19125	0,21625	0,007208	0,450001
53	2	51	0,00043	0,215	0,203125	0,006770	0,456771
56	3	45	0,0003375	0,16875	0,191875	0,009593	0,466364
58	2	63	0,000655	0,3275	0,248125	0,008270	0,474634
22 h 00	2	72	0,0008575	0,42875	0,378125	0,012604	0,487238
01	1	66	0,0007175	0,35875	0,39375	0,006562	0,493800
03	2	72	0,0008575	0,42875	0,39375	0,013125	0,506925
04	1	75	0,0009325	0,46625	0,4475	0,007458	0,514383
05	1	72	0,0008575	0,42875	0,4475	0,007458	0,521841
07	2	54	0,0004825	0,24125	0,335	0,011166	0,533007
11	4	48	0,0003825	0,19125	0,21625	0,014416	0,547423

- Or, 1°) l'intensité des précipitations s'exprime en hauteur d'eau tombée rapportée à une unité de temps : cm/heure en général.
- 2°) Les champs expérimentaux à comparer peuvent avoir des superficies différentes. Dans ces conditions un ruissellement exprimé en valeur absolue à peu de signification. Sur deux champs, par exemple, l'un ayant une superficie double de celle de l'autre, un même ruissellement, en m<sup>3</sup>/sec, peut se produire à un moment donné pourtant la hauteur d'eau écoulée alors du premier est moitié moindre que celle écoulée du second.

Il est donc absolument nécessaire d'exprimer l'intensité du ruissellement en valeurs permettant toutes les comparaisons cherchées, c'est à dire en hauteur d'eau rapportée à une unité de temps : cm/heure en général. Ceci fait intervenir la superficie du champ puisque toute l'eau passant à travers le canal calibré, estimée en m<sup>3</sup>/sec, est issue d'un champ qui fonctionne comme un véritable bassin versant.

- 3 - Soit  $x \text{ m}^2$  la superficie d'un champ : 1 cm d'eau ruisselant du champ en 1 heure signifie le ruissellement en 1 heure d'un volume d'eau égal à :

$$x \text{ m}^2 \times 0,01 = 0,01 x \text{ m}^3$$

soit une intensité d'écoulement par seconde de

$$\frac{0,01 x}{3.600} \text{ m}^3$$

Si l'on considère alors pour ce champ les intensités du ruissellement en m<sup>3</sup>/sec, enregistrées à une série d'heures successives, autant de fois la valeur

$$\frac{0,01 x}{3.600} \text{ m}^3/\text{sec}$$

sera comprise dans chaque valeur, autant de fois il y aura de cm/heure de hauteur d'eau ruisselés.

Examinons l'exemple numérique (tableau 4 ). La superficie du champ expérimental est 720 m<sup>2</sup>. 1 cm d'eau s'écoulant en 1 heure représente le ruissellement en 1 heure de

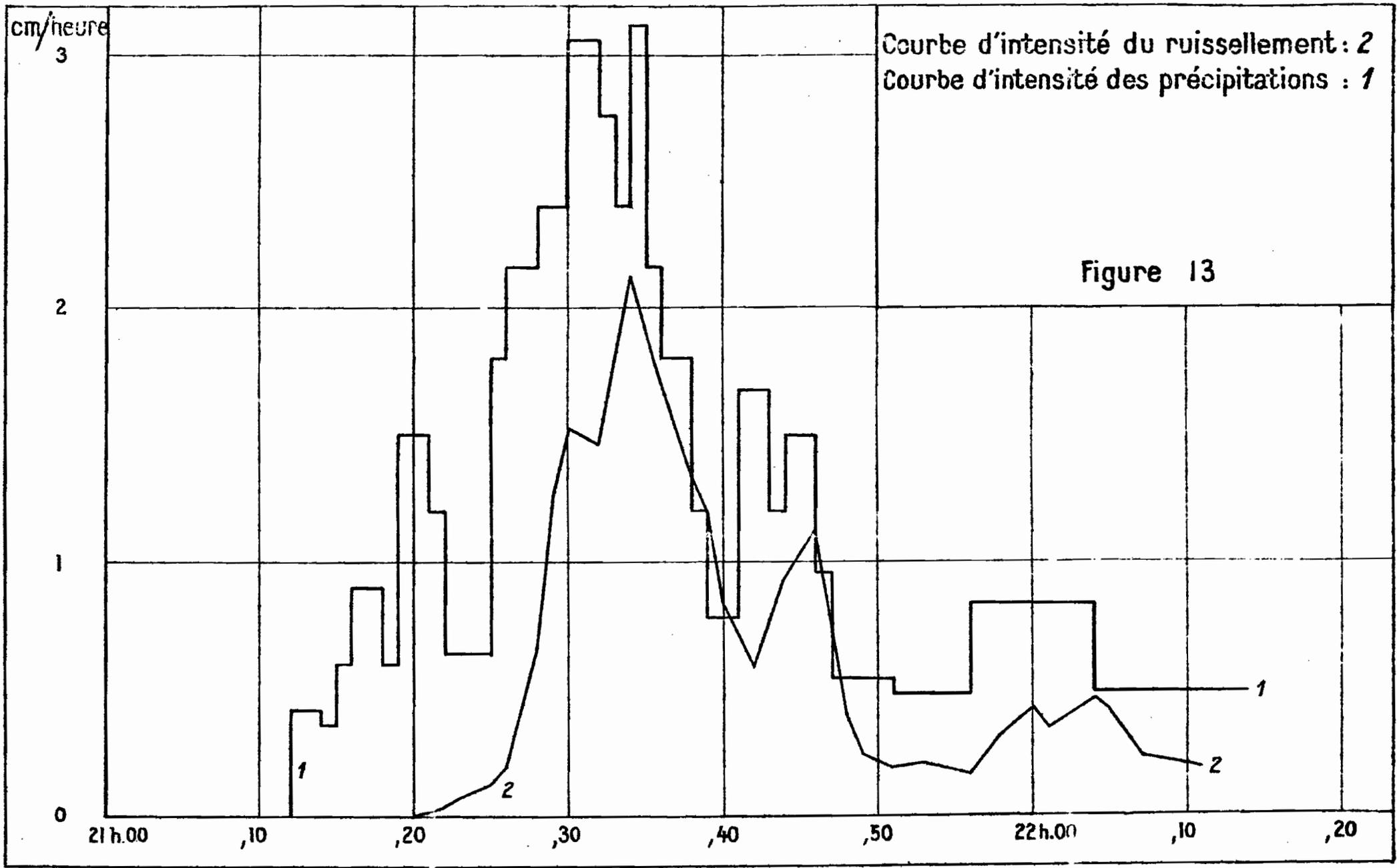
$$720 \text{ m}^2 \times 0,01 = 7,2 \text{ m}^3.$$

Soit, à la seconde :

$$\frac{7,2 \text{ m}^3}{3.600} = 0,002 \text{ m}^3.$$

Une intensité d'écoulement, pour ce champ, de 0,002 m<sup>3</sup>/sec représente donc une intensité de ruissellement de 1 cm/heure. Autant de fois 0,002 m<sup>3</sup>/sec sont compris dans chaque valeur d'intensité de ruissellement notée colonne 4 (intensités enregistrées à une série d'heures successives) autant de cm/heure sont ruisselés.

La division des valeurs de la colonne 4 par 0,002 amène la connaissance de l'intensité du ruissellement en cm/heure pour la série d'heures successives que comprend l'étude entreprise (colonne 5). Les valeurs nécessaires aux études visées sont ainsi possédées. Elles permettent l'établissement de la courbe d'intensité du ruissellement (courbe 2 de la figure 13).



Le ruissellement est exprimé en hauteur d'eau ruisselée rapportée à une même unité de temps : une comparaison est alors possible avec tout autre ruissellement et toute précipitation, exprimés en hauteur d'eau ruisselée ou tombée, rapportées à la même unité de temps.

- 4 - En se basant sur les intensités du ruissellement, en cm/heure, à une série d'heures successives, il est possible de calculer la hauteur d'eau ruisselée pendant le temps d'étude.

Ces intensités sont des valeurs instantanées à des heures données qui diffèrent d'un certain nombre de minutes

Cela signifie

qu'à l'heure h l'intensité du ruiss<sup>t</sup> était par ex., a cm/h  
à " h + 1' " " " " , b cm/h  
à " h + 3' " " " " , c cm/h

De l'heure "h" à l'heure "h + 1'", c'est-à-dire en 1 minute, l'intensité du ruissellement a varié de a cm/heure à b cm/h. Pendant cette minute donc, l'intensité moyenne du ruissellement a été  $\frac{a + b}{2}$  cm/heure.

C'est-à-dire/ si cette intensité se maintenait pendant 1 heure, la hauteur d'eau écoulée, pendant ce laps de temps serait de

$$\frac{a + b}{2} \text{ cm}$$

Comme cette intensité moyenne de ruissellement a duré 1 minute la hauteur d'eau écoulée en cette minute a été, en cm

$$\frac{\left(\frac{a + b}{2}\right)}{60} \times 1$$

De même, de l'heure "h + 1 minute" à l'heure "h + 3 minutes" le ruissellement a varié de b cm/heure à c cm/heure. Pendant 2 minutes, l'intensité moyenne du ruissellement a été

$$\frac{b + c}{2} \text{ cm/heure.}$$

la hauteur d'eau écoulée pendant ces 2 minutes a donc été, en cm :

$$\frac{\left(\frac{b + c}{2}\right)}{60} \times 2$$

Reprenons l'exemple numérique du tableau 4 A 21 heures 20 l'intensité du ruissellement était nulle. A 21 heures 21, elle était 0,02175 cm/heure. Pendant un intervalle de temps de 1 minute, l'intensité du ruissellement étant passée de 0 à 0,02175 cm/heure, l'intensité moyenne du ruissellement a été :

$$\frac{0 + 0,02175}{2} = 0,010875 \text{ cm/heure.}$$

En 1 heure s'écoulerait une lame d'eau de 0,010875 cm.  
En 1 minute s'est écoulé :

$$\frac{0,010875}{60} \times 1 = 0,000181 \text{ cm.}$$

Donc de 21 h.20 à 21 h.21 s'est écoulée une lame d'eau de  
0,000181 cm

Autre exemple :

à 21 h. 23 intensité du ruissellement : 0,078125 cm/heure  
à 21 h. 25 " " : 0,128750 cm/heure

L'intensité moyenne du ruissellement pendant l'intervalle de  
temps de 2 minutes a été :

$$\frac{0,078125 + 0,128750}{2} = 0,1034375 \text{ cm/heure}$$

La lame d'eau écoulée en ces 2 minutes est donc :

$$\frac{0,1034375}{60} \times 2 = 0,003447 \text{ cm}$$

La somme des lames d'eau successivement écoulées pendant  
tous les intervalles de temps fournit la hauteur d'eau tota-  
le ruisselée pendant le temps d'étude.

Ainsi la somme des lames d'eau calculées en colonne 7 du  
tableau 4 fournit la hauteur d'eau écoulée de 21 h. 20 à  
22 h. 11, soit 0,54723 cm. (colonne 8 )

0  
o o

L'un des points capitaux de l'étude du ruissellement est la  
comparaison de la courbe d'intensité du ruissellement avec  
celle d'intensité des précipitations. L'existence d'un plu-  
viomètre enregistreur est donc toujours obligatoire dans une  
station expérimentale. Il fournit directement, sur son tambour  
enregistreur, la courbe d'accumulation de l'eau de pluie en  
fonction du temps. Or, la donnée nécessaire est la courbe  
d'intensité des précipitations. Pour l'obtenir, il faut déter-  
miner l'intensité des précipitations pendant une série d'in-  
tervalles de temps successifs.

La méthode suivante permet d'atteindre ce but (tableau 5 )

1 - En abscisse du graphique obtenu sur le pluviomètre enre-  
gistreur se trouvent les temps.

Une minute peut être facilement appréciée. En ordonnée se  
trouvent les hauteurs d'eau cumulées. L'étude des points  
caractéristiques de la courbe permet la connaissance d'une  
série de hauteurs d'eau successives (colonne 3), à une sé-  
rie d'heures successives (colonne 1) différant d'un cer-  
tain nombre de minutes (colonne 2).

Exemple : 21 h. 12 hauteur d'eau 0  
21 h. 14 " 0,014 cm  
21 h. 15 " 0,020 cm.

TABLEAU 5

EVALUATION DE L'INTENSITE DES PRECIPITATIONS

1	2	3	4	5
Période	Intervalles	Hauteur	Hauteur	Intensité
-	de temps.	d'eau ac-	d'eau par	des précipi-
Heures	-	cumulée.	intervalle	tations pen-
&	Minutes	-	-	dant chaque
Minutes		centimètres	centimètres	intervalle de
				temps
				cm/heure
9 <sup>h</sup> 12	0	0	0	0
14	2	0,014	0,014	0,42
15	1	0,020	0,006	0,36
16	1	0,030	0,010	0,60
18	2	0,060	0,030	0,90
19	1	0,070	0,010	0,60
21	2	0,12	0,050	1,50
22	1	0,14	0,020	1,20
25	3	0,172	0,032	0,64
26	1	0,202	0,030	1,80
28	2	0,274	0,072	2,16
30	2	0,354	0,080	2,40
32	2	0,456	0,102	3,06
33	1	0,502	0,046	2,76
34	1	0,542	0,040	2,40
35	1	0,594	0,052	3,12
36	1	0,63	0,036	2,16
38	2	0,690	0,060	1,80
39	1	0,710	0,020	1,20
41	2	0,736	0,026	0,78
43	2	0,792	0,056	1,68
44	1	0,812	0,020	1,20
46	2	0,862	0,050	1,50
47	1	0,878	0,016	0,96
51	4	0,914	0,036	0,54
56	5	0,954	0,040	0,48
10 <sup>h</sup> 04	8	1,066	0,112	0,84
14	10	1,148	0,082	0,492

Il est facile de calculer la hauteur tombée pendant chaque intervalle de temps (colonne 4).

Ainsi : de 21 h. 12 à 21 h. 14, c'est-à-dire en 2 minutes, il est tombé :

$$0,014 \text{ cm} - 0 \text{ cm} = 0,014 \text{ cm.}$$

de 21 h. 14 à 21 h. 15, soit en 1 minute, il est tombé :

$$0,020 \text{ cm} - 0,014 \text{ cm} = 0,006 \text{ cm.}$$

Ceci amène immédiatement une donnée d'intensité de précipitation :

de 21 h. 12 à 21 h. 14 :

l'intensité de précipitation a été de 0,014 cm en 2'

de 21 h. 14 à 21 h. 15 :

l'intensité de précipitation a été de 0,006 cm en 1'

Il suffit d'exprimer ces valeurs en une même unité (cm/heure) pour atteindre le but recherché :

Exemple : Une intensité de précipitation de 0,014 cm en 2 minutes représente, rapportée à 1 heure, une intensité de

$$\frac{0,014 \times 60}{2} = 0,42 \text{ cm/heure.}$$

: 0,006 cm en 1 minute représente une intensité horaire de :

$$\frac{0,006 \times 60}{1} = 0,36 \text{ cm/heure}$$

Sont donc ainsi obtenues (colonne 5) les intensités des précipitations pendant toute une série d'intervalles de temps successifs. Elles permettent l'établissement d'une courbe d'intensité des précipitations (courbe 1 de la figure 13) et ainsi la comparaison "Eau tombée -Eau ruisselée".

o o

## C O N C L U S I O N

Les parcelles expérimentales destinées à équiper les Stations de Recherches où sont entreprises des études sur l'érosion et la conservation des sols offrent un intérêt considérable.

Elles permettent d'effectuer une gamme d'études extrêmement étendue. Les partiteurs du système récepteur, par la facilité qu'ils offrent d'apprécier aussi sûrement de très grands comme de très faibles volumes d'eau ruisselée ou poids de terre érodée, laissent toute latitude d'emploi de champs expérimentaux de toutes tailles. Aussi, peut-on aussi bien étudier les facteurs du ruissellement et de l'érosion (climat, relief, nature du sol, végétation) que mesurer l'érodibilité des sols, la perte en eau et en terre sous cultures ou la valeur conservatrice de plantes ou de pratiques culturales (plantes de couverture, assollements, bandes de culture alternées, terrassements, etc...).

A tout ceci s'ajoutent la possibilité de calculer le rendement des cultures et celle de suivre l'évolution du sol : variation de la composition chimique, principalement de la teneur en matières organiques, ou des propriétés physiques.

Du fonctionnement de parcelles expérimentales en un lieu donné naît un ensemble de connaissances sur la susceptibilité du milieu naturel à l'érosion en une série de conditions différentes. De multiples comparaisons peuvent être alors faites et des conclusions sur la conservation du sol être tirées.

C'est alors que peut être établi un plan rationnel de mise en valeur permettant une conservation des terres exploitées.

-----

## R E F E R E N C E

HARROLD (L.L.) et KRIMGOLD (D.B.). Devices for measuring Rates and Amounts of Runoff U.S.D.A. -- S.C.S. Tech. Pub. 51 - July 1943. Revised Oct. 1944 et May 1948.