

COURS DE GENIE RURAL ET TOPOGRAPHIE

INTRODUCTION

Le Génie rural est le titre de l'enseignement qui s'occupe de l'application de l'art de l'Ingénieur à l'agriculture par analogie avec le Génie militaire, le Génie maritime et le Génie civil qui signifient les applications de l'art de l'Ingénieur aux travaux et constructions militaires, maritimes et civiles (travaux publics).

Techniquement, le Génie rural peut être défini comme étant l'ensemble de techniques visant à obtenir un plus grand nombre de la production agricole au prix d'effort matériel et physique moins onéreux. Ces techniques sont multiples et elles s'appliquent aux travaux d'aménagement et de préparation de sols (défrichement, irrigation, drainage), aux récoltes, au transport et stockage des données alimentaires, ...

Le génie rural a été appliqué dès que l'homme est devenu sédentaire ; on le retrouve dans les temps anciens comme chez les populations actuelles qualifiées des primitives. Il a fallu avant tout se loger, s'occuper de l'alimentation en eau des hommes, des animaux et des plantes puis enfin procéder aux travaux nécessités par les cultures et la préparation des récoltes.

Objectifs

Ces considérations nous indiquent les grandes lignes des programmes de ce cours et leur ordre bien que certains chapitres s'enchevêtrent les uns dans les autres. Ce cours comprend les chapitres suivants :

- Les constructions rurales,
- Les voiries rurales,
- Gestion de l'érosion en intégrant les principes topographiques.

L'objectif principal de ce cours est de donner aux étudiants qui veulent se spécialiser dans le domaine de développement communautaire des connaissances apparentées à leur propre profession en vue de leur permettre d'être un interlocuteur techniquement valable pour les spécialistes. Ce but sera atteint lorsque ce cours aura permis aux étudiants d'être capables de :

- étudier le terrain à aménager et l'infrastructure à y ériger ;

- élaborer un projet valable de génie courant ;
- faire des appels d'offre si nécessaire auprès des constructeurs spécialistes ;
- suivre l'exécution des travaux et en apprécier la qualité et la rentabilité ;
- définir et entreprendre soi même les travaux de construction requérant un peu d'imagination.

CHAP. 1: LES CONSTRUCTIONS RURALES

1.0. NOTIONS PRELIMINAIRES

On désigne sous le terme « de construction rurale », l'ensemble de bâtiments, d'installations et d'aménagements que nécessite l'exploitation normale d'une ferme : maison d'habitation, l'étable, fumière, porcherie, poulailler, hangar, silos, routes, ateliers, ...

Il existe entre les constructions urbaines et les constructions rurales une grande différence due à la valeur foncière et par suite à la valeur locative des immeubles. Là où le mètre carré de terre est d'un prix insignifiant, on ne cherchera pas à élever les constructions en superposant les étages mais plutôt à les étendre.

Dans chaque région, il doit y exister un rapport entre les cultures et les bâtiments ; les constructions rurales doivent toujours être établies avec les matériaux locaux. Les matériaux à prendre sur place dépendront de la constitution géologique de la localité, de sa flore ; on ne devra faire supporter le transport qu'à des éléments de grande nécessité (importance).

1.1. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTIONS RURALES

1.1.1. Considérations d'ordre économique

La surface couverte par le bâtiment doit être la plus grande possible, au moindre prix et de prix de revient au m² le plus bas possible.

La construction des locaux doit être simplifiée, à ce qui concerne l'ossature générale, elle restera peu spécialisée, ce qui permet éventuellement de transformations faciles et économiques ;

Pour les bâtiments destinés aux petits élevages (aviculture par exemple), on donnera la préférence aux constructions démontables et mobiles.

1.1.2. Considérations hygiéniques et techniques

Il convient de respecter un certain nombre de règles d'hygiène qui permettent de maintenir une ambiance grule favorable à un bon état

d'entretien et de santé des occupants. Cette ambiance grules a pour composante : la température, l'humidité, la pureté de l'atmosphère.

Par ailleurs, elle (ambiance) est sous la dépendance des facteurs climat, orientation des locaux, matériaux de construction, ventilation, structure des murs, sol et topographie, portes et ouvertures. Tous ces aménagements amènent aux principes d'organisation d'une concession.

1.1.3. Organisation d'une concession

Il n'y a pas de plan type pour une concession moderne. Mais d'une façon générale, une concession est un ensemble organisé où chaque activité a sa place. Il y a un endroit pour dormir, un autre pour faire la cuisine, un coin pour la toilette, pour garder les réserves, ...

a. Détermination de nombre de bâtiments ou cases à construire

Dans un premier temps, il convient de déterminer les besoins en construction et équipement. Pour cela, il faut se poser des questions pour savoir ce qui est nécessaire (combien de chambres ?, quel bâtiment, faut-il des coins de toilette ?, que prévoir pour recevoir les étrangers ?...). Il ne faut pas oublier la cour intérieure que l'on peut considérer comme la pièce à ciel ouvert où se déroule la plus grande partie de la vie familiale. Après cela, il convient de déterminer la disposition de ces constructions les unes par rapport aux autres.

b. Bien disposer les constructions les unes par rapport aux autres

Cette disposition doit tenir compte de mode de vie traditionnelle et des nécessités actuelles.

1° Disposition des bâtiments ou cases de logement

Les cases – chambres doivent être espacées les unes par rapport aux autres pour une bonne circulation de l'air. On doit se demander comment disposer le logement de chaque membre de famille selon son sexe, son âge et son statut.

2° Place de grainier

Il convient de le disposer de manière à y accéder facilement.

3° Emplacement de puits et de latrine

Le puits doit être situé plus haut sur la pente que les latrines (à plus de 25 m) pour éviter la pollution de l'eau.

4° Situation des aires de séchage

Une grande partie de la cour intérieure est souvent utilisée pour sécher les produits vivriers. Il vaut mieux aménager les aires de séchage propres et sans poussière, hors de passage de gens, de portée des animaux domestiques et du lieu où les enfants s'amuse.

5° Emplacement des abris pour animaux

Pour plus d'hygiène, les animaux ne doivent pas habiter les mêmes bâtiments que les hommes. Il convient d'avoir des abris séparés pour les volailles, moutons et autres. Ces abris doivent être construits en dehors de logement de la maison. Pour les gros bétails, l'étable doit être disposée de telle façon que le vent n'apporte pas des mauvaises odeurs dans l'habitation, ne doit être assez éloignée pour ne pas attirer les mouches.

6° Plantation d'arbres

Les arbres sont nécessaires parce qu'ils fournissent de l'ombre et parfois des fruits. Par ailleurs, lorsqu'il y a des arbres autour de la maison d'habitation, ils empêchent le soleil de chauffer le mur de case, ce qui contribue à maintenir la fraîcheur dans la maison.

- **Apport des améliorations** : il s'agit d'avoir une habitation assez fraîche et bien solide.

a) Habitation fraîche

1. Bien orienter les constructions

L'orientation doit diminuer l'exposition des murs au soleil et doit augmenter la ventilation. Pour empêcher les rayons solaires de taper constamment sur les murs, une construction rectangulaire doit être orientée d'Est à Ouest et avoir un toit débordant ; ainsi de matin et l'après midi, les rayons solaires tapent sur les murs de la largeur et à midi, ils atteignent peu ceux la longueur.

2. Bien ventiler : Pour une bonne ventilation ;

- Orienter par rapport aux vents dominants des saisons chaudes en général dans le sens Sud – Nord ;
- Espacer les constructions ; c'est pourquoi il faut une cour intérieure ;
- Avoir des ouvertures larges (fenêtres, portes) faisant face.

b. Construction solide

Pour avoir des bâtiments solides, il faut construire avec des matériaux résistants, lesquels seuls ne suffisent pas ; pour ce faire :

- Faire des fondations solides
- réaliser des bons enduits (crépissage)

1.2. IMPLANTATION

1.2.1. Facteurs à considérer

1. Accessibilité (Accès) : Les bâtiments doivent être d'accès très facile. Les différents bâtiments dans la concession seront reliés entre eux par des pistes ou des allées à bon état d'entretien. Eviter les endroits humides ou proches de marigots qui débordent en saison de pluie ou transforment les abords en borbiers.

2. Réduction de déplacement : L'expérience a montré que lorsque les différents locaux sont très éloignés les uns des autres, leur entretien est souvent difficile et laisse à désirer. Dans les grandes exploitations (ranche ou exploitation d'élevage), il convient d'entretenir une piste pour voiture et pour personnel de gardiennage dans le voisinage.

3. La sécurité : Elle doit être assurée pour l'homme, pour le bétail et pour les cultures. Eviter des angles vifs dans la construction, les portes et ouvertures trop étroites et trop basses, la mangeoire placée trop bas. Le sol doit être l'objet des soins particuliers : Pas de caniveau à ciel ouvert, pas de revêtement glissant. Il faut veiller à la solidité de l'ensemble de la charpente et de murs et au bon arrimage (fixation) de la toiture. Eviter le risque d'incendie : toutes les matières inflammables (paille, fourrage, essence, ...)

seront stockées dans les locaux isolés. Ceux-ci seront construits sous le vent dominant et éloigné de cuisine et de feu découvert. Prévoir les moyens de lutte anti incendie.

4. La surveillance : Les possibilités de surveillance sont fonctions de facilité d'accès et le respect des normes de construction.

5. Prévention éventuelles : Le terrain d'implantation doit être choisi de manière à pouvoir permettre ces agrandissements. Il faut donc construire sur des terrains dégagés et éviter la proximité d'obstacles naturels : cours d'eaux, roches, arbres, ...

1.2.2. Etude d'une implantation

Elle portera sur :

- Configuration du terrain (topographie) : choisir un terrain sans accident, dégagé autant que possible sur sol perméable pour éviter le borbier mais pas trop meuble pour assurer la solidité de fondation. L'orientation permet de protéger le bâtiment contre une insolation trop grande, contre les pluies et les vents dominants.
- Adduction d'eau : le problème de l'eau est essentiel. En Afrique on utilise le plus souvent un puits ou un forage ; l'implantation de bâtiment est réalisée en fonction de leur situation ; de façon à éviter le déplacement ou les longues canalisations coûteuses.
- Installation électrique : souvent en Afrique, dans les campagnes, l'électricité est fournie par un groupe électrogène autonome. Celui-ci sera placé au voisinage des bâtiments d'habitat et d'élevage. D'où encore, l'intérêt de ne pas construire à l'ordre dispersé pour éviter des longues lignes et les pertes de voltage qui en découlent.

1.2.3. Chantier de construction rurale

Un chantier est un emplacement sur lequel on doit assurer l'exécution des travaux successifs de courte durée à un rythme accéléré : Bâtiment, digue, pont, ...

L'organisation d'un chantier doit être rationnelle car elle conditionne la réalisation de la construction envisagée de la manière la plus économique.

Une étude préalable détermine:

- L'importance des installations de première urgence
- L'approvisionnement en matériaux ainsi que les surfaces nécessaires à leur stockage et à leur emploi ;
- Les divers postes de travail avec un effectif de manœuvres, d'ouvriers spécialisés, les outillages qu'ils requièrent.

1.2.3.1. Installation du chantier

Conformément au plan de construction envisagé, on étudiera l'installation du chantier en effectuant les démarches suivantes :

1°) Visite du terrain :

Pour relever les différences de niveau du terrain ;

Pour examiner les voies de communication : accès pour véhicule et piéton, possibilité pour approvisionnement en eau, sable, caillasse et autres éléments de construction.

2°) Schéma : sur le plan topographique,

- On portera les limites du chantier
- L'emplacement exact de la future construction, l'accès.
- On doit faire figurer sur la surface de terrain disponible, les aires de stockage des matériaux : fer, bois ; et l'aire d'attente des matériaux œuvrés (coffrage, ferrailage).
- On étudiera les tracés de circulation de façon à faciliter l'accès au dépôt, aux ateliers.

Après avoir porté sur le plan les emplacements et la répartition des différentes installations précitées, on portera des modifications aux ménagements envisagés pour tenir compte des directives ci – après :

- Une baraque (local en planches) réservée à la direction des travaux, doit être implantée à l'entrée.

- Une baraque de dépôt d'outils et des équipements divers sera située de préférence à la suite ; il en est de même de la baraque destinée au dépôt de sacs de ciment
- Un dépôt de bois doit être proche des étables et de l'emplacement où l'on prépare les éléments de coffrage et de charpente
- Un emplacement de fer rond doit se trouver à proximité des étables de ferrailage et de l'aire d'attente d'où les armatures pourront être facilement transportées vers le lieu d'emploi.

1.2.3.2. Approvisionnement du chantier

Pour permettre la livraison des matériaux, des outillages à pied d'œuvre, il est conseillé de créer si nécessaire dès le début du chantier des parcelles ou ponceaux provisoires pour éviter le transport irrationnel (portage) pour réduire le déblai.

Suivant l'importance du chantier, on décidera si les commandes des matériaux doivent être livrées en une seule ou plusieurs fois (possibilité de stockage).

1.2.3.3. Les personnels du chantier

On doit étudier les premiers besoins en main d'œuvre spécialisée : Ferrailleur, maçon, gardien, magasinier central, chef d'équipe. On prendra soin de se renseigner sur le code de travail en vigueur pour l'embauche et le licenciement de personnel de chantier, la prévention des accidents de travail.

1.2.3.4. Les demande

On peut être amené à rédiger des demandes à adresser aux autorités : ouverture d'une voie d'accès, prélèvement de sable, des matériaux de carrière, adduction d'eau éventuelle.

1.2.3.5. Documents de chantier

- Plan topographique de l'ouvrage avec des détails

- Graphique de l'état prévisionnel de l'avancement des travaux ou planning de construction.
- Graphique de réalisation des travaux
- journal des travaux : registre dans lequel on transcrit quotidiennement les diverses opérations exécutées pour chaque catégorie de travaux : main d'œuvre utilisée, moyen et matériau employés ainsi que toutes les observations faites pour les meilleurs avancements des travaux (contrôle, rappel des commandes non délivrées, ...).
- Dossiers pour les correspondances reçues et expédiées : ce sont des documents tenus par le chef de chantier généralement auxquels s'ajoutent les documents tenus par le bureau de la comptabilité lorsque l'ouvrage est important.
- Le texte de protection des travailleurs

1.2.3.6. Ouverture de chantier

Dès que le chantier commence à fonctionner, il peut être clos ou non (mais dans les agglomérations, les clôtures sont en général obligatoires). Les premiers travaux consistent à monter les baraques, à délimiter les dépôts selon le schéma de l'installation.

1.2.3.7. Le chef de chantier

La réussite dans l'exécution d'une construction dépendra en grande partie de :

- la compétence du chef de chantier ;
- l'impulsion qu'il donnera au chantier ;
- l'activité dans laquelle il maintiendra son organisation technico – économique et ;
- la façon dont il aura utilisé l'exploitation.

CHAP. 2 : PHASE DE CONSTRUCTION

2.1. PIQUETAGE ET PROFILEMENT

Pour cette opération, il n'y a rien à signaler. Rappelons seulement que sans appareil d'arpentage (théodolite), on peut tracer un angle droit sur le sol (Cfr figure ici-bas). A l'aide d'une corde o b et o d, il suffit de mesurer sur nm une longueur égale à 5m ; sinon on déplace d vers d'où inversement). C'est l'application du théorème bien connu du carré de l'hypoténuse.

2.2. MISE EN ETANT DU SOL

2.2.1. Généralité

Un terrain à mettre en valeur ou en état de culture peut présenter différents aspects :

Il est soit occupé par des arbres ou arbustes

Soit couvert de broussailles et des tiges fines ou quelques fois remplis des souches et des racines, et voire même ces différentes couvertures végétales ou autres peuvent se combiner.

Dans chaque cas, il est nécessaire d'utiliser un matériel particulier notamment pour défricher, c'est-à-dire pour débarrasser le sol de la végétation qui la couvre ou l'épierrer.

Les travaux de mise en état du sol exigent ensuite à remuer la terre pour la niveler et la nettoyer. Afin, les travaux d'assainissement peuvent être rendus nécessaires dans certains sols pour lesquels le niveau d'eau est trop proche de la surface du sol.

2.2.2. Matériels utilisés pour la mise en état du sol.

A. Matériels courants pour les travaux légers de défrichage et de terrassement

On trouve généralement la bêche, la pelle, la pioche et pic, la machette et la brouette.

N.B : Pic a une pointe très aigue que la pioche mais l'une et l'autre partie est utilisée pour cogner le matériau. La bêche sert à creuser, la pelle sert à

évacuer, elle a une lame incurvée où évasée pour déplacer le matériau tandis que le coin sert à désagréger le matériau compact.

B. Matériels lourds de défrichage et de terrassement

Les matériels lourds employés pour les travaux de défrichage, d'épierrage, de terrassement ou d'assainissement sont mis en action par des tracteurs ou des ensemble moteurs qui doivent disposer d'une puissance de traction élevée et avoir la possibilité de se déplacer dans des terrains marécageux, tourmentés (chenillard).

Tracteur de chantier en chenille :

le tracteur à chenille a une grande résistance dans les travaux de défrichage et de terrassement. Il est l'engin porteur indiqué pour certains outils (lame, pelle, ...) ou l'engin de traction pour les autres. Les éléments essentiels qui constituent un chenillard sont:

- Le châssis,
- Le moteur,
- L'embrayage,
- La boîte de vitesse,
- Les organes de direction,
- Les chenilles et les éléments divers (barre de traction, crochet, pare-choc).

b) Tracteur à pneumatique ou à roue

Il présente une adhérence au sol d'une infériorité notable par rapport au tracteur à chenille. Les éléments essentiels d'un tracteur pneumatique sont à grande partie les mêmes que ceux des tracteurs à chenille. Les éléments qui les différencient sont la direction et l'attelage.

1° Matériels de défrichage proprement dit

Ces matériels varient suivant les caractéristiques de la végétation à détruire. Divers engins sont utilisés pour les travaux de défrichage des arbres et arbustes. Certains sont très spécialisés étant donné qu'ils s'adaptent à des conditions précises de sol et de végétation.

A. Le Bulldozer

C'est l'engin le plus utilisé. Il comporte une lame refoulant droite ou légèrement courbée, disposée à l'avant d'un tracteur à chenille ou à roue, perpendiculairement à l'axe longitudinal de la machine.

B. Le Bulldozer d'abattage

L'inconvénient du bulldozer étant son point d'attaque trop bas ; on a cherché la solution d'attaquer les arbres plus hauts. A cette fin, plusieurs types de matériels sont employés parmi les quels des modèles de bulldozer ayant une barre de poussée placée au dessus et à l'avant de la lame permettant d'attaquer les arbres à des hauteurs variables tandis que la lame reste au niveau des racines.

2° Dessouchement

Il arrive souvent qu'un secteur boisé ait été exploité avant d'être défriché. Alors, il y a lieu d'enlever simplement les souches. On peut utiliser pour cela :

Une déssoucheuse poussée : placée à l'avant du châssis d'un tracteur à chenille ; outil très robuste, possèdent des dents qui peuvent accrocher la souche en profondeur.

Une déssoucheuse tractée : montée à l'arrière d'un tracteur, elle comporte une seule dent dont la profondeur est réglable.

Déssoucheuse rotative: des divers modèles pouvant être commandés par la prise de force d'un tracteur et procédant par carottage.

3° Nettoyage du terrain :

Après abattage de la végétation arbustive, il convient de nettoyer le terrain. Ce travail est souvent exécuté par les mêmes matériels qui exécutent l'abattage ; le bulldozer ; mais en végétation dense, il est parfois plus avantageux de procéder à l'abattage avec bulldozer d'abattage, puis au déblayage de terrain avec un râteau – débroussailleur encore appelé râteau défricheur. Ce dernier diffère de bulldozer parce qu'il se présente comme un bouclier à clair-voie comportant des dents verticales. Ce bouclier est monté à la place de la lame de bulldozer.

4° Les matériels de terrassement

- a. Le bulldozer : cfr le défrichage
- b. Le grader à lame et motorgrader

Le grader à lame ou niveleuse est un engin remorqué par le tracteur tandis que le motorgrader est auto-moteur. La lame peut pivoter et prendre les positions plus diverses, particulièrement toutes les inclinaisons par rapport au plan horizontal et par rapport à l'axe du châssis. Elle peut même être dressée verticalement sur le côté de la machine.

5° Les matériels affectés au transport de terre

- a. La remorque ou Wagon - remorque

Est un véhicule de transport, généralement en pneu, est remorqué par un tracteur. La remorque comprend une benne culbutable, des portes de vidange, ...

- b. Le dumper

Il désigne simplement soit un camion à benne de grande capacité qui peut atteindre une quinzaine de m³ et qui comporte un dispositif de basculement vers l'arrière ou le côté, soit un véhicule de capacité moyenne qui se situe entre l'ensemble constitué par un tracteur agricole et une remorque et un gros camion, soit enfin le petit modèle passe – partout dont la capacité ne peut atteindre que 2 à 3,5m³.

6° Matériels d'excavation et de transport : les SCRAPPERS

Les appareils appelés « Scrapers ou racleurs » sont capables de procéder à l'excavation de la matière qu'il rassemble ; puis il transporte cette matière dans leur benne pour la déverser ensuite à l'endroit choisi.

L'élevateur – chargeur ;

La pelleuse – chargeuse ou « Tractor – Schorel » ;

On peut distinguer 3 catégories :

Avec godet à mouvement vertical : pour excaver, on fait avancer le tracteur, le godet abaissé. Il faut des nombreuses manœuvres avant et arrière pour charger et décharger.

2.3. MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Le matériau est le produit avec lequel on fabrique le matériel.

2.3.1. Matériaux terreux

Comme matériaux terreux, on distingue : les pierres, les sables, les fillers

1.3.1.1. Les pierres

Terminologie (classement) : le classement se fait en fonction de diamètre de la manière suivante :

- Moellon $\Phi > 10$ cm (bloc de grande diamètre : 20 – 40 cm)
- Cailloux $3 < \Phi < 10$ cm
- Gravier $2 < \Phi < 2,5$ cm
- Gravillons $6 < \Phi < 25$ mm
- Garnis $5 \leq \Phi \leq 6$ mm

Extraction : les pierres sont extraites dans les carrières à l'aide d'outils de carrière ou des explosifs généralement.

Caractéristiques d'une bonne pierre : une bonne pierre doit être pleine, avoir un grès fin, se tailler facilement, offrir une surface assez dure pour que le mortier puisse assurer une bonne liaison, résister à l'écrasement et au choc. On reconnaît en général qu'une pierre est bonne lorsqu'elle n'absorbe pas beaucoup d'eau et qu'elle rend un son clair lorsqu'on la frappe avec un outil en fer (quantité d'eau max : 12 litres/m³). Les pierres sont également caractérisées par leur densité apparente et leur rupture à la compression.

Utilisation : les pierres sont utilisées pour le soubassement : béton de gravillon, pierres cassées ou moellons ; en élévation ou murs de soutènement ou porteurs.

Avantages des pierres : résistance aux intempéries, les insectes ne s'y attaquent qu'exceptionnellement ; un matériau très décoratif : on n'a pas besoin de la peindre, les marbres sont utilisés pour la finition de maison (carreaux, ...)

Inconvénient des pierres : La pierre est un matériau difficile à utiliser : il faut l'extraire de carrière (travail pénible). C'est un matériau lourd à transporter : pour la rendre utilisable, il faut souvent la tailler (travail lent, fatiguant quand

on dispose d'outils rudimentaire). Pour mieux construire en pierre, il faut l'intervention de spécialiste.

2.3.1.2. Le sable

Le sable est un matériau inerte provenant de l'érosion de roche ou de leur broyage et utilisé particulièrement en construction dans la confection de mortier et de béton.

Classification : elle se fait selon :

- Leur provenance : sable de rivière, sable de dune ou industriel (quand il est le produit de concassage et de broyage des pierres naturelles dures) ;
- Leur dimension : sable gros : passant au tamis de 5 mm retenu par celui de 2 mm ; sable moyen : passant au tamis de 2 mm, retenu par celui de 0,5 mm ; sable fin passant au tamis de 0,5mm.

Caractéristiques (qualités) : Le sable sale donne un béton qui manque d'adhérence et qui se fissure. Aussi doit - on utiliser pour le mortier et le béton un sable exempt des matières terreuses ou d'impuretés, matières organiques et sels. Pour cela, il doit être tamisé et éventuellement lavé. Un sable est utilisable lorsque, brassé avec de l'eau dans un récipient, celle-ci n'est pas altérée ; froter entre les doigts, il produit un petit bruit sec. On donnera la préférence au sable de rivière (lavé naturellement, occasionne peu de dépenses) ; il faudra se réserver d'utiliser un sable exclusivement constitué des grains ronds ou fortement micacés (réduisent considérablement la cohésion du mortier ou du béton étant donné qu'un bon sable est formé des grains présentant des aspérités pour un bon accrochage au ciment.

2.3.1.3. Les liants

Ce sont des produits qui servent à unir énergiquement les divers éléments des matériaux terreux ou pierreux. Les principaux liants sont la chaux et le ciment.

La chaux :

On distingue :

- La chaux vive : produite par la calcination des pierres calcaires ;
- La chaux éteinte ou grasse : chaux vive foisonnée à la suite de l'addition de l'eau. Elle est souvent employée comme liant pour le mortier et béton de terre ;
- La chaux hydraulique : se compose de chaux et de l'argile combinés ensemble. Elle donne une pâte durcissant à l'humidité et même dans l'eau.

b. Les ciments :

C'est le type de liants le plus employé dans les constructions. D'une manière générale, les ciments sont des silicates double d'Aluminium et de Calcium qui, mélangés avec l'eau en proportion convenable, forment une pâte plastique qui se solidifie au bout d'un temps et durcit. L'industrie présente une gamme de ciment répondant aux différents besoins de constructeur. Les ciments sont caractérisés par leur rapidité de prise et surtout la résistance à la compression exprimée en bar ($1\text{bar} = 1,02 \text{ Kg/cm}^2$) à 7 jours et à 28 jours.

Ainsi distingue- t- on :

- Les ciments à prise rapide (ciment prompt) : utilisé pour les travaux de contact avec l'eau. Ces ciments sont moins résistants que les autres et acquièrent une résistance de l'ordre de 80 bars à 28 jours. Ce sont des ciment naturels;
- Les ciments artificiels à prise lente : les plus courants sont les ciments portland (CPA : Ciment Portland Artificiel) qu'on peut subdiviser en :

Ciment ordinaire : 160 / 250 désigné par CPA 250.

Ciment à haute résistance : 210 / 325 désigné par CPA 325

Ciment à haute résistance initiale : 325 / 400 désigné par CPA 400

Super ciment : 355 / 500 désigné par CPA 500

N.B : 160 / 250 signifie : résistance à la compression à 7 jours égale à 160Kg/cm² et à 28 jours égale à 250Kg/cm². Les ciments les plus utilisés sont CPA 250 pour le béton ordinaire et la maçonnerie et CPA 325 pour le béton armé. Il existe aussi d'autres types de ciments appelés ciments fondus ou alumineux qui sont d'un emploi particulier.

Qualités d'un bon ciment : Les ciments non avariés cèdent sous la pression des doigts, sa couleur est gris – uniforme. Il ne doit pas durcir rapidement ni augmenter le volume pendant le durcissement. Un test simple permet de vérifier l'augmentation de volume en plaçant dans des verres minces où on laisse durcir le ciment, si le volume augmente, le verre se brise.

Stockage de ciment : Le ciment doit être préservé de l'humidité et être éventé afin qu'il ne s'altère et ne forme des grumeaux. Il doit être conservé dans un endroit sec, il est préférable de conserver dans un magasin dont le plancher sera surélevé de façon à laisser un espace libre largement aéré.

c. Autres liants : Argile et Altérites

Les argiles se tassent bien, elles contiennent une proportion convenable d'eau. Par temps sec, elles se contractent et se fissurent

Mortier : Mélange de chaux ou de ciment et de sable, utilisé en construction pour lier et recouvrir les pierres ou briques. Le tableau I ci-dessous indique le mélange de mortier recommandé pour le mur à usage normal ainsi que pour ceux qui doivent résister à des contraintes élevées et dans les conditions climatiques sévères.

Tableau I : Formule recommandée pour le mortier (proportion en volume)

Catégories	Ciments	Chaux hydraté ou mastic à la chaux	Sable humide
Pour usage courant	1. Ciment maçonner ou 1. Ciment Portland	- 1 à $\frac{1}{4}$	2 à 3 4 à 6
Sujets à des charges très lourds, des vents	1. Ciment maçonner plus	-	4 à 6

violents, des tremblements de terre Pieux isolés	1. Ciment Portland ou 1. Ciment Portland	0 à $\frac{1}{4}$	2 à 3
--	--	-------------------	-------

2.3.1.4. Les fers

Les métaux ferreux sont très largement utilisés dans le bâtiment, armature armée, ossature de couverture, cadre de porte et fenêtres, coffrage.

- a) **Fer à béton** : le fer est utilisé pour augmenter la résistance du béton (le fer et le béton ont sensiblement un même coefficient de dilatation) sans subir une altération dans le béton. Le fer rond se présente généralement sous forme lisse et crénelé, quelque fois en rouleau pour le fer de petit diamètre. On les utilise comme armature (squelette) de pilier, de poutre, des semelles.

Le tableau II donne les différentes catégories des fers ronds.

Tableau II : Fer rond lisse et crénelé pour armature

Diamètre (mm)	Poids en Kg/m
5	0,154
6	0,222
8	0,325
10	0,617
12	0,888
14	1,208
16	1,578
20	2,466
25	3,854
32	6,313
40	9,864

- b) **Métal déployé** : C'est une sorte de treillis à maille losangé. Il sert d'armatures dans le grillage de fenêtres, ...

c) **Fer laminé ou profilé** : Il s'agit de poutrelle en forme de H, I, U, T, des cornières en forme de L servant dans les fermes métalliques (charpentes métalliques) des tôles de différentes épaisseurs. Les planchers supportant des fortes charges reposent sur des poutrelles en métal.

Qualités de fer : Les fers utilisés en construction présentent rarement de défauts car ils font l'objet des contrôles sévères au cours de fabrication. Il n'y a pas à s'inquiéter de la rouille car un léger martèlement suffit à débarrasser le fer des particules oxydées superficiellement. Comme la graisse, la peinture empêche la parfaite adhérence de fer au béton.

2.3.1.5. Le bois

C'est un matériau d'utilisation courante dans le bâtiment, ou bien il fait partie des éléments de construction sous forme de charpente, plancher, porte, fenêtre, plafond, escalier, ... Dans ce cas, il doit être de bonne qualité, ou bien, il est utilisé pendant la durée de chantier : coffrage, échafaudage, ... Pour ce dernier cas, il peut être de qualité moindre. On a intérêt de toutes les façons du bois suffisamment sec sinon il se déforme après la mise en place.

Classification : la classification se fait selon leur dimension (épaisseur et largeur).

Types de bois	Dimensions	
	Épaisseurs (mm)	Largeur (mm)
Voliges	12, 16 – 26	105
Planchers	26 - 35	300 – 400
Bastaings	50 - 65	155, 165 – 185
Planchers d'échafaudage	40	200 – 225
Madriers	75 - 105	205 – 225
Chevrans (souvent de forme cubique ou carrée)	55 sur 65, 55 sur 75	

Qualités de bois : on refuse les bois d'inégale dureté ou présentant des vides circulaires, des fentes, ceux dont les fibres décrivent les hélices (difficiles à travailler) ou afin les bois attaqués par des vers ou par l'humidité.

Le bois de bonne qualité donne des copeaux souples, dans le cas contraire ils proviennent d'arbres trop vieux. Une goutte d'eau versée sur une surface fraîchement polie au rabot ne doit pas pénétrer dans les veines du bois.

Conservation de bois avant utilisation : Il convient de le mettre dans un endroit sec et le protéger par une couche d'huile de vidange, de goudron ou de 2 couches de peinture à huile pour les pieux et les poteaux, brûler les bouts qui vont entrer en terre.

2.3.1.6. L'eau :

Elle est utilisée pour le gâchage de mortier ou de béton. Elle doit être aussi pure que possible. L'eau courante est préférable à une eau stagnante. Toutefois, c'est la quantité qui importe dans le gâchage et non la qualité.

2.3.1.7. Les briques

On distingue :

a) Briques cuites : obtenues après moulage et cuisson d'une patte composée d'argile et de sable. Une bonne brique doit être parfaitement moulée, à arrête vive et sans ébréchure. Est à rejeter la brique mal cuite ou brûlée, celle dont le grain n'est pas serré et homogène dans la cassure. La cuisson a lieu dans un four constitué par empilage des briques en plein air sous forme de meule (fabrication locale) ou dans un four spécialement construit pour cette fin (four tunnel). La température est progressivement portée jusqu'à 1200°C, ce qui a pour effet d'évacuer l'eau de constitution de la patte et de former des silicates dont la présence empêche le délayage de la brique au contact de l'eau.

Utilisation : Brique pleine : Pilier, pavement, renfort et Brique creuse : mur extérieur non porteur, cloison, paroi de fosse septique.

b) Les agglomérés

- **Les Agglomérés de ciment :** ils peuvent être creux ou pleins. Ils sont fabriqués mécaniquement à l'aide d'une moule à parpaings sur le chantier ou bien à l'usine.

Dosage courant : 50Kg de ciment + 120 litres de gravillon + 90litres de sable.

Utilisation : Murs porteurs, murs à simple ou double cloison, murs de clôture, construction de fosse, cuve ou bassin. Le séchage se fait sous abri bien ventilé. On laisse sécher le parpaing pendant un mois environ.

- **Agglomérés à béton de terre améliorée** : on utilise les proportions ci – après : terre latéritique tout venant $0,5m^3$; argile : $0,5m^3$; sable : $0,2m^3$; ciment : 50Kg. Le pourcentage de ciment variera en fonction de pourcentage d'argile contenu dans le matériau utilisé. Il peut varier de 3 à 12%. Le mélange des agrégats se fait à sec puis on y ajoute le ciment et le sable qui ont été mélangés à part. Le malaxage se fait jusqu'à l'obtention d'un matériau homogène auquel on ajoute de l'eau. $1m^3$ de mélange permet de fabriquer : 83 agglomérés de $40 \times 20 \times 15cm$; 120 de $40 \times 20 \times 10cm$.

Utilisation : Au plutôt un mois après leur fabrication, le séchage se faisant sous abri. Comme pour les agglomérés à béton de terre ordinaire (en dobe), les fondations et les soubassements de construction réalisés avec des agglomérés à terre améliorée doivent être exécutés en matériaux durs (béton ou pierre). Les murs extérieurs seront protégés des intempéries par un enduit au mortier de ciment.

2.3.1.8. Les verres

Le verre est un composé de silice, de potasse, de soude et de chaux ou d'oxyde de plomb que la fusion vers $1500^{\circ}C$ transforme en une masse transparente à la quelle on peut donner toutes les formes. Les verres à vitre s'obtiennent par étirage ; leur densité est de 2,642. Ils sont livrés en caisse et coupés aux dimensions voulues à l'aide de diamand.

Tableau III : Caractéristiques de verre

Types	- Epaisseur (mm)	- Poids (Kg/Cm²)
- Verre simple	- 1 – 1,25	- 4,3
- Verre demi – double	- 2 – 2,5	- 6,3
- Verre double	- 3 – 4	- 8,1

On fabrique aussi des verres translucides mais non transparentes (Pavée, brique en verre pour dalles et cloison).

2.3.1.9. La peinture

a) Définition : les peintures sont des produits mixtes comportant un ensemble de constituants liquides, liant, solvant, diluant, tenant en suspension des pigments insolubles que l'on applique en couche pour revêtir ou colorer les surfaces.

b) But : Décorations de surface (mur, pavement, ...)

Parfois, comme procédé ou moyen de protection (peinture d'un mur extérieur à béton

c) Classification (type)

On classe les peintures à 2 grandes catégories :

1° Celles qui respirent : une peinture qui respire permet le passage de la vapeur d'eau mais non des gouttes d'eau. Son utilisation est spécialement efficace sur les surfaces intérieures des murs extérieurs, du sous sol c'est-à-dire des murs qui restent secs.

Dans cette catégorie, on trouve les peintures à eau (vinyl,). Elles peuvent être achetées soit en liquide près à l'emploi, en poudre ou en patte. Elles ne contiennent pas de dissolvant à odeur désagréable et on peut nettoyer facilement à l'eau les matériels de peinture.

2°) Celles qui ne respirent pas : Elles bouchent les pores en surface et ne doivent pas être utilisées quand il y a de l'humidité qui reste dans le béton ou lorsque celle-ci (humidité) peut s'accumuler derrière la couche de peinture. Une telle eau est la cause de soufflure ou d'écaillage. Cette catégorie comporte les types de peintures suivants : Peinture à base de vernis, les enduits transparents, les enduits bitumés, Peinture à base d'huile, Peinture à base de laque.

2.3.1.10. Les carreaux à grès seramé

Le grès est obtenu par un mélange d'argile de fondants alcalins et de colorant. Les carreaux destinés au revêtement des murs ou de pavement sont obtenus après cuisson vers 1300°C et recouverts d'un émail visible vers 1200°C.

Dimensions courantes : 10×20cm (50 carreaux/m²) ; 12×24,5cm (32 carreaux/m²) ; 10×10cm (100 carreaux/m²) ; 15×15cm (44 carreaux/m²) ; 25×25cm (16 carreaux/m²).

2.3.1.11. Matériau de couverture

On utilise pour la couverture des bâtiments selon l'usage qu'on leur destine des matériaux très divers. Ainsi, pour beaucoup de bâtiments ruraux, on se sert encore des produits végétaux (chaume, feuille) mais la tendance est à l'utilisation de matériaux plus durables :

- Tôles galvanisées (comportant un revêtement de zinc)
- Tôles en amiante – ciment (agglomérées de CPA et des fibres d'amiante ciment (12%) fortement comprimés) : c'est un bon isolant thermique, résistant aux acides et feu jusqu'à 200°C
- Tôles en aluminium (90% d'Al+Mg ou Mn) : Elles ont un pouvoir réfléchissant des rayons calorifiques très élevés. Elles fondent vers 660°C et ne propagent pas d'incendies.

2.4. LOGEMENT DES HOMMES

Dimensions minimales des pièces d'habitation.

- Hauteur minimale sous plafond : 2,40 m
- Chambre pour 1 personne : 2× 3m
- Chambre pour 2 personnes : 3×3 m
- Chambre pour 2 personnes + bébé + Aire de travail : 3×4m
- Chambre pour 2 personnes + bébé: 3× 3m
- Salle à manger pour 6 personnes : 3× 4m

CHAP. 3 : LES VOIRIES RURALE

3.1. LES VOIES DE COMMUNICATION

3.1.1. Terminologie

Emprise : est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses étendues.

Terrain naturel : c'est le terrain tel qu'il se présente avant tous les travaux.

Plate – forme : c'est la surface de la route comprenant la ou les chaussées, les accotements ainsi que les terres pleines éventuellement.

Accotement : zone latérale de la plate – forme qui borde extérieurement les chaussées. L'accotement peut être constitué par une terre pleine, peut être aménagé en piste cyclable et cavalière.

Les bordures : sont les séparations en béton, en pavée, en pierre taillée ou en tout autre matériau que l'on construit parfois le long de chaussée.

Saignée : est une petite tranchée tracée dans les accotements surélevés pour conduire l'eau de ruissellement de la chaussée.

Chaussée : est la surface praticable par les usagers effectivement.

Fossé : dépression, creusée dans le terrain, pour l'écoulement des eaux

Pente : section de la route qui descend (pour l'observateur)

Route en déblai : route construite au dessus du terrain naturel.

Route en remblai :

3.1.2. Classification des routes

Comme voie de communication, on a :

- **Le sentier** : tracé par le passage répété de piétons ou d'animaux sans aucun aménagement spécial.

- **Piste** : permet le passage d'un véhicule et le franchissement de cours d'eau assuré par les ouvrages sommaires. Elle assure l'évacuation des produits

agricoles de la région. Elle admet 25 véhicules par jour en moyenne à une vitesse moyenne de 50Km/h.

- **Route en terre** : est une piste améliorée sur les points suivants : longueur (6 à 9m) : tracé, drainage et ouvrage d'art. La vitesse de véhicule peut atteindre 100 km/h et celle des poids lourds : 60 – 80 km/h. Le trafic peut atteindre 300 véhicules par jour.

- **Route revêtue** : est traitée pour résister à un trafic plus important et est utilisée toute l'année. Les revêtements peuvent être constitués des gravillons fixés par du bitume, du goudron ou enrobé du bitume ou du béton.

3.2. ETUDE GENERALE DE TRACE D'UNE ROUTE

Cette étude a pour but de définir les caractéristiques de la voie à construire ainsi que son prix de revient en respectant les principes de base suivants :

- Rechercher de coût le plus faible de construction ;
- Rechercher de coût le plus faible d'entretien
- Rechercher la sécurité, la commodité et l'agrément pour la circulation.

L'étude de tracée d'une route doit comporter les documents : Le plan et Le profil en long

1. Le plan

Tracé réel s'écartera donc légèrement du tracé théorique car on ne suivra jamais toutes les ondulations du terrain. Cela conduira à des terrassements en remblai et en déblai.

2. Profil en travers

C'est une représentation de la section transversale de la route avec des caractéristiques des éléments suivants :

- Plate – forme – Chaussée – Assiette – Accotement – Emprise
- Talus de remblai et talus de déblai

a. La chaussée : est constituée par différentes couches qui sont en partant du dessus la couche de surface, la couche de la base, la couche de la fondation et éventuellement la sous couche. Ces différentes couches peuvent ne pas exister simultanément dans une chaussée. Il y a toujours une couche de base, mais les couches de surface, de fondation peuvent manquer.

Les assises sont les types de couches de fondation et base, constituées soit à l'aide d'un sol sélectionné, amélioré par traitement, soit à l'aide d'un tout venant de concassage. Les matériaux utilisés dans les assises doivent satisfaire à des règles géotechniques précises. Ils sont répandus mécaniquement puis fortement compactés. Ils peuvent être constitués des matériaux naturels employés comme tels ou bien concassés ou semi – concassés.

b. Devers et Surlargeur : *le devers* est une inclinaison transversale donnée à la route dans le virage. Sur le chemin de circulation lente, on peut adopter des devers faibles ou nuls.

Le surlargeur : est une marge de sécurité assurée aux usagers dans un virage pour se croiser. Elle s'ajoute de part et d'autre de l'axe.

3.3 Principes généraux de tracé d'une route

La largeur de la voie d'accès (non compris les abords) est déterminée par le mode de transport utilisé. Il convient de prévoir une grande largeur pour l'avenir tout en ne construisant d'abord que la voie qui correspond aux premières années d'exploitation.

Il est utile de faire ressortir l'accotement en débroussaillant le terrain de chaque bord sur une zone de 2 à 5m de l'axe de la voie, de grands arbres destinés à jalonner la route (certains d'entre eux peuvent servir temporairement de support au fil téléphonique après ablation de la cime et des branches principales).

Eviter le plus possible les ouvrages d'art et ne pas chercher à faire uniquement une route droite qui bien que courte, est souvent le chemin le

plus difficile d'un bout à l'autre. Le tracé en ligne droite n'est applicable que dans les conditions favorables de sol plat et assaini. Dans le terrain accidenté, mouvementé, il faut limiter la pente à 10% au maximum et sur des portions d'une certaine de mètre au plus ; pour les longues rampes, il convient de se tenir en dessous de 6 – 7%. Si cette condition ne peut être remplie, l'utilisation de la voie ne sera pas économique.

En établissant des petites voies afin d'éviter le terrassement (remblais et déblais), on est amené à tracer la voie suivant la ligne brisée : les courbes réunissant les alignements.

3.4. LES OUVRAGES DE LA VOIRIE

3.4.1. Généralités

Les ouvrages sont des constructions (pont, tranchée, tunnel) nécessaires à l'établissement d'une voie. Les principaux ouvrages rencontrés sont : des buses ou dalots, des radiers et ponts radiers, des ponts, des murs de soutènement, des digues de protection contre les eaux.

Les 3 premiers types d'ouvrages assurent le franchissement de talweg (dépression, vallée) et de cours d'eau. En ce qui concerne les matériaux à employer pour la réalisation des ouvrages en priorité, il convient d'utiliser différents matériaux trouvés sur place et dans les pays :

- Le bois sous forme de tronc entier ou équarri, des planches des poutres.
- Des pierres selon leur qualité
- Des briques cuites, ciment, des gabions
- Des profilés métalliques

3.4.2. Fondation

Le sol doit pouvoir supporter l'ouvrage ; il faut adopter la semelle de la fondation à la charge de sécurité admise par le sol. Si le sol est très mauvais,

il faut rechercher un autre site de l'ouvrage. En fonction des caractéristiques du talweg, on utilisera les ouvrages suivants :

Ouvrages	Types de talweg
Chaussée submersible (radié)	Talweg très plan sans lit mineur marqué
Dalot ou buse avec chaussée submersible (pont radier)	Talweg plan, avec lit mineur peu important
Dalot – buse	Lit mineur bien marqué
Pont	Lit important

Les ouvrages doivent se situer sur le tronçon droit du talweg et l'axe longitudinal de l'ouvrage doit être perpendiculaire à celui de talweg.

- **Les buses** : Une buse est un tuyau en béton ou en métal. Son utilisation en voirie permet le franchissement de cours d'eau, de canaux d'irrigation ou de fossé de drainage.

a. Buse en béton est à béton (ordinaire) ou en béton armé. Les dimensions courantes sont :

- Forme : Ovoïde ou circulaire
- Longueur : 1m. Diamètre 60 – 80cm

Chaque buse doit être déposée sur un berceau de béton et sa pente longitudinale doit être de 2 à 3%. Le fil des buses devrait être recouvert d'une couche de terre suffisante pour ne pas être écrasées lors de passage de véhicule, elle sera ensuite complétée à chaque extrémité par un mur de tête de maçonnerie ou mur en aile.

b. Buse métallique (type armco) sont des buses livrées en petits éléments destinés à être assemblées au moyen d'agrafes sur le chantier. Elles sont facilement transportables, mais plus coûteuses et doivent être passées sur un lit de terre ou de sable (pour de petites rivières).

- **Les dalots** : Sont des dalles posées sur le tronçon de canal rectangulaire ou trapézoïdal. Ils permettent de franchir les obstacles et tiennent lieu de piste ou chemin. Ils sont utilisés quand on n'a pas des buses de grand diamètre. Ils sont composés d'une dalle en béton armé reposant sur les murets à béton ou en maçonnerie.

- **Radier** : est une chaussée submersible stabilisée quand les lignes d'écoulement sont indéterminées, les crues étant brèves et rapides, il convient de traiter certaines routes en chaussée submersible. Cette chaussée insensible à l'eau peut être en béton, en pavée, en gabion, protégé ou non par une pénétration de bitume.

On peut aménager sous un radier un passage en buse ou en dalot, laissant passer le débit d'étiage. Le long de radier, les bords de la chaussée sont balisés par les bornes pour signaler lorsqu'elle est submergée.

- **Les aqueducs** : Sont constitués des tuyaux semi – circulaires ou semi ovoïdes, reposant de distance en distance sur le béton ou en maçonnerie. Comme la résistance de ces tuyaux pose parfois de problème pour son calcul, il convient en pratique d'utiliser des tuyaux en béton armé préfabriqué dont il en existe toute une gamme dans le commerce.

- **Les aqueducs** :

On distingue 2 catégories de ces ouvrages :

- pont de fortune ou pont à fourche (cas de village où on met des grumes) sont des ouvrages temporaires
- pont permanent : pont définitif

1°. Ouvrage de fortune ou pont en fourche

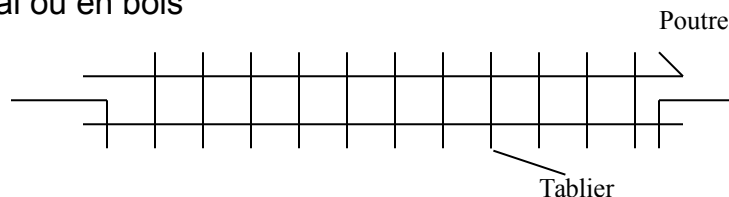
Avec des troncs d'arbres de dimension suffisante, on peut avoir recours au pont en fourche, ce qui permet d'utiliser des arbres à moindre dimension. C'est le type de pont très vulnérable au pourrissement et à l'incendie, mais rendant de très grands services et doit faire l'objet d'une surveillance attentive.

2°. Ouvrage (pont) définitif

L'étude préliminaire pour fixer l'emplacement d'un pont comprend la mesure de la vitesse de l'eau, le relevé de la section et la détermination de la nature du fond.

Généralement, les éléments constituant un pont sont :

- Les culées : assurent la liaison de pont avec les berges. Elles sont placées dans les berges et supportent les voies de passage ou tablier, ... Elles peuvent être en maçonnerie, en béton ou en gabion.
- Les poutrelles : sont des appuis intermédiaires (longitudinaux). Elles sont de section carrée, rectangulaire ou circulaire.
- Les tabliers : partie reliant les culées et les poutres entre elles. C'est la voie de passage. Ils peuvent être conçus en maçonnerie, en béton, en métal ou en bois



- Les radiers : c'est une stabilisation au fond du talweg (fondation au fond du lit). Il permet d'éviter l'érosion contre les culées. Il peut être en béton ou en maçonnerie. Son épaisseur varie de 15 – 20cm.

3.5. Entretien des routes

Dès la mise en service, la route se dégrade ; lorsque la couche de roulement est en terre, les désordres sont parfois spectaculaires et leur développement particulièrement rapide. Les dégradations varient beaucoup dans leur forme et leur ampleur avec le climat, le sol, la circulation et les caractéristiques géométriques de la route.

3.5.1. Principaux types de dégradation

Les désordres de route en terre peuvent être classés en 2 groupes selon qu'ils intéressent la plate forme et les accessoires.

1. Dégradation de la plate forme

a. Usure générale de la couche de roulement et déformation en W

Causes : cohésion de la couche de roulement (c'est-à-dire de surface) plus faible, c'est-à-dire formée de matériaux moins élastiques et plus secs. Pour la formation de W, les matériaux fins se retrouvent dans les tourbillons de poussière soulevée par les véhicules en mouvement, les plus gros restent sur la plate forme où ils forment la tôle ondulée. Rapidement, des frayées longitudinales se forment dans lesquelles les véhicules sont canalisés, ce qui accentue le processus et conduit à un processus à W caractéristiques de chaussée usée. Suivant la largeur de la plate forme, il se forme 4, 3 et même souvent 2 bourrelets de plus en plus haut et qui rendent le croisement de plus en plus dangereux. Les chaussées plus argileuses résistent mieux à l'usure en saison sèche mais très sensible aux pluies.

Intervention (remède) : profilage général de la chaussée c'est-à-dire niveler de nouveau

b. La tôle ondulée :

Est la maladie congénitale de route en gravier. Elle se manifeste sous forme d'ondulation qui règne le plus souvent sur toute la largeur de la chaussée mais parfois sur une partie seulement dans le fond de frayée. L'amplitude de ces ondulations de 5-10 cm en général peut parfois atteindre 20cm.

Remède : Il existe plusieurs recettes, peuvent être réparties en 2 catégories :

1. *Les préventives* : visent à maintenir une cohésion suffisante dans la couche de roulement.

Employer quand on le peut un matériau de granulométrie convenable, c'est-à-dire plus régulière que possible. Eviter des paliers généralement caractéristiques et les pentes fortes pour les éléments supérieurs à 3mm. Une plasticité élevée est d'autant plus à rechercher que le pourcentage de matériaux fins est faible.

2. Les palliatives : consistent à effacer les ondulations au fur et à mesure de leur formation. Les procédés les plus variés sont : balayage à la main pour les cantonniers répartis par mois (2,5 km/personne).

- Un perfectionnement consiste à traiter le balai qui peut être un assemblage des branches feuillies ou formées des fils métalliques sous forme de tronçon ou de vieux câbles serrés entre les profilets. Les assemblages des profilets métalliques ou de vieux rails.

c) Les nids de poule : Sont des petites excavations (trous) à bord plus franc, provoqué à l'origine par le déchaussement d'un caillou ou par l'hétérogénéité de la surface. Elles ont tendance à s'agrandir et à se propager à chapelet. En pays humides, les nids de poule provoquent des accumulations d'eaux, très dangereuses pour les fondations ; leur formation est d'autant plus rapide et fréquente que la fondation de la chaussée est insuffisante.

Opérations d'entretien

a) *Point à temps* : est une stratégie d'entretien qui a pour objet de réparer les nids de poule en formation avant qu'ils ne deviennent dangereux pour la fondation au risque de compromettre l'assainissement de la fondation de la route.

Procédure :

- Elargir grandement les trous
- Les combler avec un matériau identique à celui ayant servi à construire la chaussée et ne pas utiliser n'importe quel matériau
- Compacter très soigneusement ce matériau, le comptage peut s'effectuer normalement à la dame en main.

b) *Méthode palliative* : La remise en profil : elle a pour objet de l'éliminer sans apport de matériau les nids de poule, flaques, les ravins et d'autres déformations de la surface.

c) *Fréquence* : 1 à 2 fois par an selon le climat.

Un palliatif peut être remplacé par le point à temps à moins de disposer d'une main d'œuvre surabondante. Cette méthode est lente et coûteuse, le profil est insuffisamment rétabli.

d) *Rechargement* : Il est indispensable de reconstituer périodiquement la couche de roulement détruite par l'action de trafic, d'érosion pluviale. L'effacement de la tôle ondulée, en reprofilage, le rechargement mettent en œuvre le moyen important. On se gardera de la tentation d'opérer par des réparations localisées dans les seuls lieux où se manifestent ou s'annoncent des désordres sur la route.

e) *Lutte contre la végétation* : comprend de débroussaillage de la plate forme, de ses abords immédiats, des talus et des zones de vitalité dans le virage et en outre, en forêt, le déforestation de l'emprise hors de la plate forme.

3.5.2. Entretien des ouvrages (constructions)

Les ouvrages peuvent avoir pour but le franchissement d'un obstacle (montagne, talweg, cours d'eau, voie de communication), pour l'évacuation des eaux. On doit distinguer des ouvrages provisoires (pont à bois, pont à puits maçonné mais suffisamment fondé) et ce que l'on considère comme définitif. L'entretien de l'ouvrage a pour but de le maintenir à l'état de remplir leur rôle en dépit des attaques qu'ils subissent au cours de leur existence.

Entretien de pont à bois (pont provisoire)

a) **Conservation de bois** : La durée de vie de bois dépend de l'espèce choisie, du temps de séchage avant l'emploi et du traitement ayant été appliqué. Dans chaque contrée, il y a lieu de choisir le bois qui se décompose le moins vite mais tenir également compte de facilité d'extraction ; le bois le meilleur étant généralement plus rare. Il est important de bien faire sécher les bois avant leur utilisation, sinon ils fendent vite, ce qui en facilite la destruction par pourriture et la dislocation. Les responsables de l'entretien de l'ouvrage en bois doivent s'efforcer de constituer des stocks pour qu'il ait un décalage suffisant entre l'abattage et l'usage.

b) Remplacement des pièces hors usage

- Pieux : sa durée de conservation dépend de la qualité de bois, également de leur diamètre. On cherchera à utiliser des gros pieux (grume : 25 – 30cm de diamètre). Pour avoir une flèche suffisante, les pieux seront battus à l'aide d'une sonnette mécanique. L'abattage à la main est beaucoup lent pour constituer une solution acceptable.

- Poutres : doivent être dimensionnées en fonction de portée. Pour les portées (5m) et une circulation moyenne (camion de 10T de poids total) de poutres de 30×30cm conviennent. L'équarrissage n'ayant bien d'être parfait, pente fait à la main.

- Platelage (tablier en bois) : est constitué des madriers transversaux de 4×0,25×0,75m, légèrement espacés pour qu'on ne puisse circuler entre eux, recouvert soit des planches posées jointives en chevrons sur toute la surface, soit des madriers longitudinaux formant les bandes de roulement. Un platelage en bois comprend 8 madriers en bande de roulement soit en total 24m de madriers par mètre représentant 0,4m³ de bois et pesant 320kg et 4 madriers transversaux par mètre soit 16m de madriers.

CHAP. 4. CAPTAGE DE SOURCES D'EAU

Les sources sont les émergences de nappes souterraines. L'émergence est la sortie à l'air libre d'une nappe aquifère.

Types d'émergence

- Source de déversement ou d'affleurement constituée par l'écoulement gravitaire de nappe sur le flanc du (coté) colline,
- L'exurgence : épanchement alimenté par le glissement
- La résurgence : réapparition à l'air libre de cours d'eau, marre, lac, ruisseau souterrain) de surface engouffrée dans le diaclase de terrain.

Le captage d'une source d'eau vise divers objectifs

- mètre l'eau émergente à l'abri des agents pollution externes (c'est la qualité de l'eau qui est visée) ;
- collecter le maximum de l'eau disponible (c'est la quantité qui est visée ici)

avant de décider le captage d'une source d'eau il faut réaliser une étude approfondie du terrain et de la population afin de connaître les caractéristiques de la source et de ses alentours (types d'émergence, débit de la source, qualité de l'eau et risque de contamination. Il est également neceaire de conaitre les nessités de ces habitants et leurs coutumes

(habitudes) ce ci nous amener à discuter avec les anciens , les usagers, à faire des enquetes au pres de ceux qui connaissent bien la source depuis longtemps. Cette facon de faire nous permet de pouvoir concevoir un ouvrage adapté et durable et adéquat. Quelque soit le types de captage

1°) Captage de source de déversement

a) Venue d'eau descendante et bien localisée

Comme la sortie d'eau se fait à la limite du sol, perméable, il faut creuser jusqu'au terrain imperméable. C'est sur ce dernier que doit se placer le bassin de captage. Il doit être construit sur un radié de béton en maçonnerie, recouvert par une dalle de béton.

Le trop plein du bassin est canalisé par un conduit dont l'extrémité est protégée contre la pénétration des végétaux et de petits.

b) Venue d'eau dépendante et diffuse

Source due à un certain nombre de filets liquides qui après s'être rassemblés dans une cuvette naturelle. Son captage consiste dans une chambre de réception établie en un point bien choisi.

L'eau de filet de faible débit est recueillie par des pierres ou des drains qui eux-mêmes aboutissent dans les aqueducs dont les dimensions sont proportionnelles au débit des eaux captées.

- . Pierres cassées sont disposées à la main dans des saignées pratiquées (placées) le long des filets liquides mis en jour par déblaiement.
- . Drains sont constitués des tuyaux en poterie, ciment ou en matière plastique, percés de trous.
- . Aqueduc : ouvrage en maçonnerie comprenant un radié en béton, 2 murets en maçonnerie dont un est percé d'un trou ou barbe – come du côté de venue d'eau. Ils sont recouverts d'un dalle leur dimension varie de 0,20 – 0,30m de largeur et de 0,30 – 0,50m de hauteur.

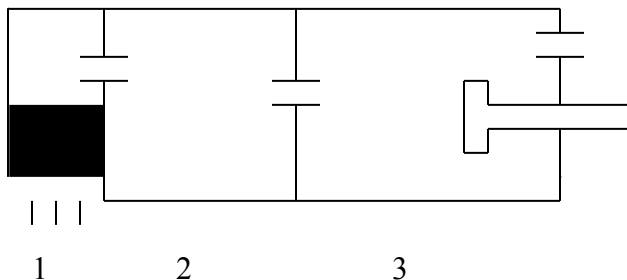
2°) Sources d'émergence

Les sources émergent à la surface du sol s'épanouissent dans les terrains naturels où l'eau afflue par le fond pour capter ces sources ; on le fait déboucher dans des chambres en maçonnerie sans radié (ou fondation) établies sur le lieu d'émergence. Il est recommandé de creuser aussi profondément que possible dans la couche perméable sous adjacente pour assurer une protection efficace du captage contre les pénétrations d'eau superficielle en s'efforçant de ne pas atteindre la couche imperméable. La chambre de réception sera construite en maçonnerie et revêtue intérieurement d'un endroit étanche ou mortier de ciment. Elle comportera 3 compartiments communicants entre eux par un déversoir :

⇒ Un compartiment de captage (1)

⇒ Un compartiment de décantation (2)

⇒ Un compartiment de prise d'eau (3)

**3°) Protection de captage**

Le captage étant destiné à fournir l'eau nécessaire aux besoins de l'homme et des animaux, devra être protégée contre les causes possibles de contaminations. Il ne doit pas se trouver au voisinage des habitations, de fumières, et de parques à bestiaux. L'emplacement du captage doit être à l'abri d'eau superficielle de ruissellement.

N.B : En aucun cas, les travaux de captage ne doivent se faire à l'aide d'explosifs qui risquent d'ébranler les terrains.

4°). Construction de citerne

Principes : Tenir compte des éléments suivants :

- créer un trop plain qui conduit l'excédent d'eau éventuelle à une certaine distance de la citerne, ceci pour éviter que l'eau ne rode le sol très près de la base.
- Solidariser parfaitement le mur et la dalle de fond de la citerne soit par un appareillage (adjacent) de briques qui, servent à leur construction soit par la réalisation d'un chaînage (armature) métallique renforçant la résistance de bas de mur.
- Sur la citerne est haut, envisager l'épaissement de mur à leur base
- S'assurer l'étanchéité parfaite de paroi intérieure afin d'empêcher toute infiltration dans les parois.

CHAP. 5. EROSION DES SOLS

5.1. DEFINITION DE L'EROSION

L'érosion est un groupe des phénomènes durant lesquels le sol ou le matériel géologique est détaché, dissout et transporté de sa place originale par le vent, l'eau ou la force de gravité, vers une autre place. Ce processus s'effectue d'une façon relativement très lente.

L'érosion des sols est un phénomène géomorphologique naturel. Ses composantes interviennent comme des facteurs explicatifs de la pédogenèse.

5.2. TYPES D'EROSION

On distingue deux types d'érosions à savoir l'érosion hydrique ou pluviale et l'érosion éolienne, mais plusieurs formes de l'érosion hydrique apparaissent pour endommager les cultures en même temps que les sols. L'érosion hydrique se manifeste sous plusieurs formes, dont l'érosion en nappe (superficielle) et l'érosion en rigoles sont les plus fréquentes. L'érosion par mouvement de masse (éboulement ou glissement des terrains), affecte principalement les versants à pentes très raides.

5.2.1. Erosion hydrique ou pluviale

L'érosion pluviale est le type de l'érosion le plus important et le plus souvent rencontré et qui cause des dégâts considérables. Elle est due à l'eau de ruissellement ou de rivière. Elle se manifeste sous diverses formes suivant les facteurs de ruissellement et la nature du sol.

Lorsqu'une pluie abondante tombe sur une couverture végétale ou un gazon épais, la force de la chute est brisée, une grande partie de l'eau est absorbée par la végétation, une grande partie s'évapore, une autre partie s'imbibe dans les sols et les plantes l'utilisent plus tard, et la partie minimale qui reste s'écoule. Dans ce cas, le lessivage et l'érosion des sols sont presque négligeables. Une chute de pluie sur un champ qui vient d'être cultivé ou autre terrain dénudé, bouleverse l'humus exposé qu'une couverture végétale ne protège. Lorsqu'il se produit de lourde pluie, l'eau embourbée par la terre qu'elle tient en suspension, coule à travers ces surfaces nues et dépourvues de protection. Le long des pentes, l'argile et le limon transportés par cette érosion en nappe ont tendance à sceller les pores de l'humus et les ouvertures qui ont été pratiquées dans les sols par les racines des plantes et les insectes et en forme des croûtes imperméables. Dans ces conditions une petite quantité de l'eau s'imbibe dans le sol. Finalement, le sol dépourvu de protection est dilué, raviné sous l'impact de la pluie et entraîné au loin, laissant quelques cailloux et racines dénudées sur place.

5.2.1.1. Formes de l'érosion hydrique

A. L'érosion « splash »

L'érosion « splash » est connue aussi sous le nom de l'érosion des gouttes des pluies. Le processus de cette érosion s'effectue par le détachement des particules du sol et le transport de ces particules par l'eau de ruissellement. Ce détachement du sol résulte de l'influence de l'écoulement des gouttes de pluie exercées sur un sol dénudé. Plus l'énergie cinétique augmente, plus la quantité des sols détachés et transportés

augmente. Les gouttes des pluies qui tombent avec une vitesse de 91 4cm / sec sur un sol nu, elles transforment le sol en boue et le détache à environ 61 cm en haut, et le transportent à 152 m à travers les différentes directions.

Il est important de réduire l'impact de l'érosion splash par un bon aménagement du sol et par la couverture vivante. Car, le détachement des particules du sol est fonction de la stabilité structurale des agrégats de la surface de sol.

B. Erosion en nappe ou ruissellement diffus

Elle est considérée comme une conséquence de l'érosion splash et du ruissellement issu de la pluie. Les particules du sol détachées lors de l'érosion splash sont transportées par l'eau qui s'écoule le long de la pente quasi uniformément (comme une nappe). Au cours de ce mécanisme, la couche superficielle riche en matières organiques est enlevée, et le sol perd sa potentialité agricole.

C. Erosion en griffes ou en rigoles

Pour cette forme d'érosion, l'eau se concentre dans une série de micro ou macro canaux plus ou moins parallèles les uns les autres selon la pente du terrain. Les pertes des sols de la parcelle considérée seront fonction de la capacité de transport de ces différentes macros ou micro canaux. On parle alors de l'érosion en griffe quand il s'agit de micro canaux ou érosion en rigoles lors qu'il s'agit de macro canaux. Ces canaux sont plus observables sur le sol dénudé à pente faible ou moyenne. Ce type d'érosion peut être corrigé par les activités agricoles comme le labour.

D. Erosion en ravine (Gully erosion)

Cette forme d'érosion est la plus visible et la plus spéculaire. C'est l'état d'avancement de l'érosion en griffes et en rigoles caractérisées par les crevasses de grandes dimensions. Les ravines sont des entailles importantes ayant une profondeur d'au moins plusieurs dizaines de centimètres (> 20 cm). Cette érosion ne peut pas être corrigée par les activités agricoles mais elle

nécessite de personnel et des matériaux qualifiés pour la correction des dégâts qu'elles causent.

E. Erosion par mouvement de masse ou glissement de terrain

Elle consiste à un processus d'infiltration d'eau dans le sol à travers les fissures qui entraînent un mouvement lent ou rapide des sols en masse des régions à pente raide due à la force de la pesanteur. Les mouvements en masse peuvent être effectués soit par l'éboulement, soit par le glissement dû surtout à la dissolution de certains constituants du sol.

Les facteurs majeurs de mouvement de masse sont:

- la surcharge du sol par l'eau ou glace;
- solution des constituants solubles du sol
- enlèvement d'un support des couches adjacentes d'un sol par la construction des routes, creusement des fossés ou des canaux. Le plus souvent, le mouvement de masse se fait lorsque le poids de la terre devient supérieur à la force de cohésion qui le maintient. Cette érosion est fréquente sur le terrain à pente supérieure à 40%, les roches superposées et dont la nature de la roche est schiste, marne ou gneiss.

Remarque: on parle aussi de : l'érosion mécanique sèche qui est provoquée par le travail du sol sous des pentes fortes ; l'érosion torrentielle qui est due au torrent qui érode son lit suite à un ruissellement excessif sur les parcelles situées en amont (supérieures), il se fait de l'aval vers l'amont; l'érosion des berges qui ronge les berges et provoque leur recul par les chutes des masses de terre.

5.2.1.2 Facteurs favorisant l'érosion hydrique

A. Précipitation

Lorsqu'une pluie tombe cause un détachement des particules du sol sur leur place originale. Les précipitations et leur ruissellement constituent les facteurs les plus importants du phénomène de l'érosion du sol par l'eau. L'intensité de la pluie tombée pendant un temps donné est le facteur

primordial de l'érosion hydrique. L'action de la pluie sur le sol dépend davantage de son intensité que de sa quantité.

La pluie joue un rôle à deux niveaux:

- l'énergie cinétique des gouttes d'eau qui détruit la structure de la surface du sol et
- la saturation de la porosité du sol entraînant un refus d'infiltration et par conséquent un accroissement de la hauteur d'eau ruisselée.

B. La végétation

La végétation protège le sol contre l'érosion de plusieurs manières. D'abord par l'action mécanique des racines qui maintiennent le sol en place, à condition de constituer un réseau suffisamment dense. La protection est plus complète si la couverture végétale comporte à la fois des espèces à enracinement pivotant et à enracinement traçant parce que les racines pénètrent à la fois dans les couches profondes et superficielles du sol. L'action mécanique du système racinaire accroît la cohésion de l'horizon humifère, augmente la porosité qui améliore la capacité d'infiltration du sol et diminue le ruissellement superficiel. Il faut noter que la végétation apporte au sol de la matière organique soit naturellement, dans une agriculture discontinue (jachère), soit artificiellement dans une agriculture continue (culture dérobée). L'humus du sol ainsi produit améliore considérablement la structure du sol et sa cohésion. La présence d'une couverture végétale empêche la pluie de tomber directement sur le sol et diminue par conséquent, l'effet splash qui est à l'origine de l'érosion.

C. La nature du sol

Tous les sols ne présentent pas de la même résistance à l'érosion et cette résistance varie avec les propriétés chimiques et surtout physiques du sol. La résistance du sol à l'érosion dépend essentiellement de la stabilité structurale et de la perméabilité. Mais ces deux caractères ne sont pas les mêmes suivant que le sol est nu ou couvert de la végétation, suivant qu'il est

travaillé ou laissé en repos ; et la sensibilité d'un sol à l'érosion varie par conséquent avec les traitements qu'on lui fait subir.

L'importance du ruissellement détermine l'importance de l'érosion sur sols sableux car la stabilité structurale de ceux-ci est faible. Au contraire, l'intensité pluviale réglerait l'érosion sur sols argileux, le ruissellement étant toujours suffisant pour entraîner les matériaux détachés. On estime encore que les sols sableux perdent préférentiellement, au début de leur érosion, la fraction colloïdale qu'ils contiennent puis libèrent une quantité d'autant plus massive de sables qu'ils ont été appauvri en colloïdes.

D. La pente

La pente intervient dans les phénomènes de l'érosion par son intensité (degré de la pente), sa longueur et sa forme.

E. L'homme

Chaque fois que l'homme s'attaque à la couverture végétale naturelle pour étendre ses cultures ou son élevage, il favorise l'action de l'érosion.

La pression démographique pousse l'homme à chercher des terres nouvelles en défrichant ou en brûlant les forêts et pour étendre ses cultures ou son élevage. La matière organique est ainsi brûlée, l'humus est détruit et disparaît, une importante partie d'éléments fertilisants est entraînée par le ruissellement, ainsi, le sol s'appauvrit considérablement.

5.2.1.3 Le mécanisme de L'érosion hydrique

Le processus de l'érosion hydrique implique le détachement des particules du sol ou matériels géologiques, et leur transport de leurs places originales vers un autre endroit.

L'eau cause l'érosion sous plusieurs formes à savoir les gouttes de pluie, le ruissellement superficiel, et leur accumulation dans un creux quelconque. L'érosion hydrique est un processus qui relate sur l'énergie ; elle suit le principe de l'énergie cinétique.

Quand les gouttes de pluie tombent sur un sol nu ou dénudé, l'eau ruisselle à la surface du sol et les particules du sol se perdent vers les bas-fonds de la pente car elles comportent de l'énergie cinétique (de mouvement).

La quantité d'énergie munie par l'érosion dépend de l'énergie cinétique, le poids ou la masse de l'eau et les matériaux en suspension ainsi que la vitesse de l'eau de ruissellement. Plus la goutte de pluie contient beaucoup d'énergie cinétique, plus le taux d'endommagement par érosion devient plus grave. Le ruissellement sur une longue et raide pente qui s'écoule dans un canal de pente accidenté cause beaucoup de l'érosion que celui qui s'écoule sur un terrain dont la pente est douce ou dans un canal qui a une faible inclinaison.

5.2.1.4. Effets de l'érosion hydrique des sols

Les manifestations de l'érosion causée par l'eau peuvent s'observer au cours, pendant et après une pluie dans un champ, sur ce sol et sur les cultures. Elle se manifeste par la destruction de la structure grumeleuse et la partie des matières nutritives c'est à dire de matières organique et minérale du sol, après avoir endommagé la couche superficielle du sol; les cultures couvrant un peu le sol peuvent être emportées vers les bas-fonds. Dans des régions à forte pente, les pierres, le sol, et les cultures sont entraînés dans les marais raison pour laquelle les sols des marais sont fertiles

5.2.2. Processus l'érosion éolienne

Le mouvement des particules du sol par le vent s'effectue en trois types, à savoir:

A. Saltation

C'est le processus dans lequel les particules du sol se déplacent par des sauts sur quelques mètres. Les particules du sol dont les dimensions sont rangées de 0,05 et 0,5 mm sont déplacées dans ce processus. La saltation est causée par la pression du vent sur les particules du sol. La

hauteur de saut varie avec les dimensions et la densité des particules du sol, la rugosité de la surface du sol et la vitesse du vent.

B. Suspension

C'est le mode de transport des particules fines du sol à une grande distance en suspension dans l'air. L'impact de ce mouvement des particules fines du sol est la saltation. Une fois une particule saute par saltation, elle est emportée par le vent à plusieurs kilomètres avant de se déposer à un autre endroit. Quelques particules transportées dans ce phénomène vont tomber seulement sur la surface si le vent cesse ou la pluie les amène lors qu'elle tombe.

C. Reptation

Dans ce processus, les particules lourdes du sol (sables grossiers) roulent sur la surface du sol à courte distance. Ce phénomène concerne de grandes quantités de matériaux qui aboutissent à la formation des dunes qui réduisent la productivité agricole.

5.2.3. Effets de l'érosion éolienne

A. Les effets sur le sol

L'érosion s'exerce surtout sur les sols sableux, mettant en traîne les éléments plus fins: le limon et la matière organique. La structure du sol se dégrade, les agrégats s'émiettent, le sol devient plus sableux et, par conséquent, de plus en plus sensible à l'érosion ; On observe alors un changement de coloration de la surface provenant du fait que la couche superficielle a été tronquée par le vent. Cette coloration passe du gris au blanc puis au rouge et l'on peut en tirer des indications sur l'état de dégradation du sol. Dans les sols les plus dégradés, la surface se ride en saison sèche et se couvre de petites dunes parallèles de 1 à 2 cm de hauteur plus ou moins espacées selon la nature du sol. Le sable transporté par le

vent est arrêté par les buissons et forme des petites buttes caractéristiques qui entourent les pieds des arbustes. Le sol devient accidenté et impropre à la production agricole.

En outre, du fait de la disparition des éléments fins, sa capacité de rétention pour l'eau diminue, ce qui entraîne une dégradation progressive de la végétation herbacée. En fin, sous l'action du vent, une partie importante des éléments fertilisants est également emportée.

B. Les effets sur la végétation

L'action du vent sur la végétation est à la fois mécanique et physiologique.

Sous le vent, les arbres prennent une forme « en drapeau » caractéristique et le bois peut subir des altérations, celle de fibre torse par exemple. Mais l'action est plus dangereuse sur la végétation herbacée, en particulier sur les cultures. Les particules transportées heurtent avec violence les tiges et les feuilles et exercent sur elles une action abrasive qui cause des blessures profondes. Cette action abrasive est d'autant plus marquée que le vent progresse davantage par saccades et tourbillons. Dans les zones de prélèvement, les racines sont déchaussées et les plantes sont parfois déracinées. Le vent augmente l'évapotranspiration et exerce de ce fait, une action desséchante d'autant plus grave qu'elle se produit pendant la saison sèche et que les végétaux ne peuvent pas reconstituer leurs réserves d'eau.

CHAP. 6. CONSERVATION DES SOLS PAR DES METHODES MECANIQUES

La perte du sol constitue un des facteurs les plus importants de l'érosion et lorsqu'elle dépasse un certain pourcentage d'ordre de 3% en moyenne. Les procédés biologiques ne sont plus suffisants à eux-mêmes pour réduire à des limites raisonnables le ruissellement et les pertes des terres. Il devient nécessaire de les compléter par des méthodes mécaniques qui consistent à construire sur le bassin versant des ouvrages des terrassements souvent importants, dont le but est de diminuer la longueur de la pente.

Les principales méthodes de lutte antiérosive mécaniques sont

- le terrassement progressif ;
- le terrassement radical ;
- les fossés antiérosifs ;

6.1. Terrassement progressif

Le principe consiste à la combinaison du système de fossés antiérosifs (F.A.E), combiné à de plantes fixatrices (généralement les graminées : *Setaria* ou *Penissetum*) du côté et son but est d'arrêter le départ des sols par ruissellement. Le sol est érodé de la partie en amont par les eaux de pluies et par la houe, et vient s'accumuler au niveau de la haie formée par les plantes fixatrices à la partie aval, créant ainsi au fil du temps un talus qui s'élève

progressivement à ce niveau. En principe le talus devient d'autant plus élevé qu'il est vieux et que la distance entre deux dispositifs est grande. Ceci s'explique par le fait que de l'amont vers l'aval, les eaux de ruissellement devenant de plus en plus nombreuses suivant la distance parcourue, acquièrent suffisamment d'énergie pour déplacer avec elles plus de terre vers le talus. L'objectif dans cette méthode est d'opérer une réduction progressive de la pente aboutissant, à un stade ultime, à une terrasse entre deux dispositifs successifs. Mais celle-ci ne peut se former que si les bonnes normes de distance et de méthodes culturales appropriées sont respectées.

En théorie, il est recommandé de labourer de façon à favoriser la formation de talus incliné et de planter plus d'une ligne d'herbes fixatrices de talus, et non une seule ligne seulement au dessus du talus comme c'est le cas presque partout, et d'éviter autant que possible de fragiliser le talus en labourant directement en dessous en vue de ne pas le déstabiliser. Ainsi, un apport régulier de fumure est nécessaire pour maintenir ; voire même améliore le niveau de production de la partie en amont de la terrasse. La distance entre deux dispositifs successifs dépend de la hauteur du talus souhaitée et de la pente du terrain.

6. 2. Terrassement radical

Le principe de lutte antiérosive en terrasse radicale consista à modifier le relief de la colline de telle manière que les parties cultivées soient plus ou moins horizontales, et la dénivellation correspondante à des talus cultivés soit couverte des plantes adventices et des haies des plantes fixatrices. Le terrassement radical est la méthode très ancienne de protection des sols et dans l'histoire, le terrassement a évolué, comme une réponse à une pression démographique dans l'agriculture des collines et des montagnes.

- Avantages et contraintes des terrasses
- Avantages :

L'avantage des terrasses radicales est de réduire la pente et l'érosion d'une part et faciliter le travail de l'autre part. D'une façon globale, le terrassement radical:

- * supprime complètement la pente et freine totalement le ruissellement;
- * capitalise la fertilité acquise par la fumure organique et minérale, et permet ainsi d'investir et d'améliorer la productivité du sol;
- * augmente l'eau disponible pour les plantes ;
- * permet d'envisager la petite irrigation sur colline ou en montagne.

● **Contraintes**

Il y a beaucoup des contraintes à la promotion des terrasses radicales dans les régions d'altitudes

- coût élevé de construction et d'entretien (environ 700 \$ - 1000 \$ / ha à raison de 1000 HJ / Ha);
- risque de glissement de terrain en zones de forte pluviosité;
- manque du personnel formé pour superviser l'application sur des exploitations paysannes;
- prédominance des sols peu profonds sur schiste ou quartzite classé comme lithosols;
- accumulation d'eau dans les terrasses causant les glissements de terrain;
- difficulté d'écouler l'eau excédentaire via des exutoires artificiels à cause de la rareté et le morcellement des terres de l'exploitation;
- réduction initiale de la fertilité du sol qui exige ainsi des quantités relativement importantes d'amendement organiques et de fertilisants non disponibles en quantité suffisante dans le système.

Opération préalable au terrassement radical

ï) Piquetage du terrain

Le piquetage du terrain tend à déterminer et à marquer la base du remblai à l'aide de la houe tout au long de l'alignement et du décamètre tendu. D'abord, il faut délimiter la terrasse avec des piquets et la corde de sorte que la largeur

de celle-ci soit déterminée en fonction de la pente et la hauteur du talus. Ensuite, il est nécessaire de préconiser 5 m de largeur pour que la pente du terrain envisagé soit moyenne, et enfin elle sera confectionnée sous forme de la courbe de niveau.

ii) Détermination et traçage des courbes de niveau

Pour que les terrasses soient capables de freiner l'eau qui écoule à un débit excessif, elles devraient se présenter sous forme de courbe de niveau (voir chap. suivant). Après avoir montré les courbes de niveau, il faut tracer les lignes démontrant l'emplacement des premières mottes de terre.

iii) Techniques du terrassement radical

Lors du terrassement, il faut faire tout le mieux possible pour éviter qu'il y ait la perte du sol fertile. Ce dernier devrait être mis à côté avec soin de l'utiliser lors du recouvrement ultérieur. La procédure à adopter lors du terrassement est la suivante:

- il faut d'abord préparer la première tranche qui sert d'appui à la construction des tranches suivantes dans leur approvisionnement éventuel en terre fertile pendant le recouvrement ultérieur de la terre des couches profondes;
- séparer la terre fertile du sous-sol
- après avoir dégagé la terre fertile, il est nécessaire de commencer le creusement dans les couches profondes du sol et former le talus;
- il est aussi nécessaire de former une ligne de mottes associées aux graminées (*Pennisetum* ou *Setaria*,...) et la faire suivre de la terre non fertile, avec attention de les entasser, avec pieds ou la houe d'une façon légèrement inclinée. La partie enherbée de la motte doit être orientée vers l'extérieure de la terrasse et posée côte à côte;
- égaliser la terre non fertile (des couches profondes) creusée, et en suite, le recouvrement de la terre à peu près 15 à 20 cm d'épaisseur suivi d'un épandage de la terre fertile de façon homogène jusqu'à ce que la terrasse se trouve à un niveau plus ou moins plat.

iv) précautions à entreprendre lors du terrassement radical

Pour éviter que les terrasses soient détruites après les avoir faites ; la couche des terres entre les mottes doit être bien compactée. Pour corriger ce problème, il convient de construire les talus en alternant des couches de terre avec les mottes. Cette opération se répète jusqu'à atteindre le niveau de contre pente. La fixation des talus est aussi de rigueur pour rentabiliser au mieux les talus à l'aide des cultures fourragères ou espèces d'arbres agroforestiers.

. Comparaison des terrassements radical et progressif

Le tableau ci-dessous montre la comparaison entre les terrasses radicales et progressives.

Tableau 5. Comparaison des terrassements radical et progressif

Terrassement radical	Terrassement progressif
1. Les terrasses radicales sont construites une fois pour toutes	1. Il résulte de la protection des sols par les F.A.E. garnis d'herbes fixatrices du sol qui au bout des années aboutissent à la formation des terrasses progressives.
2. Il exige beaucoup d'investissement à l'installation et peu de travaux dans la suite.	Il est plus économique mais le curage est parfois nécessaire
3. L'utilisation de la fumure est satisfaisante	3. L'utilisation de la fumure n'est pas relativement satisfaisante.
4. L'installation des terrasses radicales est limitée par le moment, le type du sol et sa pente.	4. les terrasses progressives s'installent partout et progressivement
5. La mise en culture est facile	5. La mise en culture est difficile

6. La lutte contre l'érosion se réalise directement après terrassement	6. La lutte contre l'érosion prend du temps pour en finir.

.Source : MINAGRI (2001)

6.3. Fossés anti-érosifs (F.A.E.)

A. Utilité des F.A.E. dans la conservation des sols

Les F.A.E diminuent le volume et la vitesse d'eau qui ruisselle. L'eau qui y est collectée, s'infiltré et augmente les réserves en eau du sol. Lorsque les fossés sont pleins ils continuent à jouer le rôle de frein à la vitesse de l'eau qui s'y déverse. Les fossés sont des protections contre le grattage ou même le labour du talus, avec la haie, il matérialise la limite de la future terrasse horizontale. Lors de fortes pluies la capacité du réseau des fossés risque de n'est pas être suffisante. C'est pourquoi il y a lieu de prévoir des canaux de déviation où c'est nécessaire pour que le trop plein puisse s'écouler vers le bas fond de la colline sans causer des dégâts importants. Il faut choisir la localisation de ces canaux là où les risques d'érosion sont moindres et prévoir un grand nombre de barrage-freineurs réparties sur toute la longueur de la pente.

B. Types et caractéristiques des F.A.E

Il existe des fossés continus et les fossés discontinus. Les fossés discontinus sont préférés par rapport aux fossés continus. Car, ces derniers peuvent provoquer des ravins suite au débordement de l'eau à l'endroit le plus bas du fossé quand celui-ci est rempli. Les fossés discontinus sont des rigoles de

- 4 mètre de longueur
- 40 centimètres de largeur, et
- 50 centimètres de profondeur

Entre deux fossés sur la même courbe de niveaux, on laisse 50 cm. Pour éviter que l'eau ne ruisselle entre les fossés, on veille à baisser le bout du fossé à hauteur du milieu de fossé de la ligne supérieure.

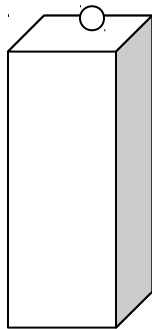
CHAP. 7. NOTION DE TOPOGRAPHIE

7.1 Matériels de signalisation d'un point topographique

a) le piquet : le point temporaire que l'on établit pour une seule mesure se matérialise par un piquet en bois ayant une longueur de 20 à 30 cm et un diamètre de 4 à 5 cm. L'opération de matérialisation par un piquet s'appelle piquetage.

b) les bornes : lorsque les points doivent être matérialisés en permanence, leur matérialisation se réalise par des bornes. Les bornes sont en béton armé ou non armés. Elles ont des dimensions suivantes : 15 X 15 X 70 cm et le centre supérieur de la borne est marqué d'une cavité cylindrique de 3 cm de diamètre et 80 cm de profondeur destinés à recevoir un jalon ou à centrer les appareils de mesures.

c) les repères : il est aussi une marque matérielle ordinaire en métal servant à localiser sur un terrain un point, un alignement ou une altitude. Les repères géodésiques sont souvent des plaques de bronze fixées dans le roc ou sur le sommet d'une colonne de béton.



Une borne

7.2 signalisation d'un point topographique

a) le jalon : est une tige bien droite en bois ou métal peint alternativement en rouge et en blanc, de longueur de 1,5cm à 2 cm ou 4 à 5 cm. Les jalons en bois sont munis à leurs extrémités inférieure d'une pointe métallique permettant un enfoncement plus facile dans le sol. Les jalons en fer sont des tiges creuses ou pleines dont la section circulaire a un diamètre de 1,5 à 2 cm à leurs extrémités supérieures. Les jalons sont fendus sur une longueur de 10 cm afin de glisser dans cette fente une feuille de papier blanc qui aidera à repérer le point.

b) les pyramides : sont des constructions en bois ou en métal, elles peuvent avoir 20 à 30 étages en rapport avec le signal.

a) le mire est une règle graduée de 4 m de longueur. Elle doit être tenue verticalement sur chaque point nivelé de façon que l'opérateur puisse lire la hauteur de point au plan nouvellement constitué par l'instrument.

7.3. Le nivellement

Le nivellement a pour but de déterminer l'altitude point. L'altitude d'un point est la distance verticale de ce point au dessus d'une surface au niveau zéro. Cette surface de niveau zéro est communément appelée DATUM et souvent définie par le niveau moyen de la mer au repos.

7.3.1 Mode de nivellement :

Il y a 3 modes de nivellement, ce sont le dénivellement géométrique, trigonométrique et barométrique. Dans le cas de nivellement géométrique, le niveau accompagné d'une mire sont des instruments nécessaires pour effectuer cette mesure. En effet, si on fait tourner la lunette d'un niveau autour de son axe on déterminera un plan horizontal. L'altitude de ce plan sera déterminée ainsi en additionne l'altitude du point P connue de la lecture L P (faite sur une règle graduée mire) placée sur celui-ci. Connaissant l'altitude de plan horizontal, il nous est maintenant de

d'une manière transversale à une hauteur de 0,80m du sol. Fixer une cloue sans l'enfoncer complètement au lieu de jonction de deux pièces de 3m. Sur cette cloue attacher une ficelle au bout du quelle nous attachons une masse quelconque. Ainsi donc le triangle à pente est fabriqué

2° Marquage du triangle à pente

Pour marquer un triangle à pente nous procédons de la manière suivante :

- sur un endroit plan tenir le triangle debout ;
- le ficelle bascule et se stabilise plus tard. Marquer sur la pièce transversale, l'endroit où passe la ficelle ;
- vérifier cette marque en mettant le pied gauche à l'endroit où été placé le pied droit et vis-à-vis et marquer cet endroit où passe cette ficelle ; si ces deux marques ne coïncident pas, il faut tracer une grande marque au milieu de ces deux premières et les enlever pour ne maintenir que cette nouvelle marque.

Pour chaque fois que l'on bougera le pied du triangle, si la ficelle bascule et se stabilise au niveau de la marque ou coupure, nous concluons que le triangle est sur une surface horizontale. Autrement dit les deux pieds sont sur la même hauteur c'est-à-dire ils sont sur la même courbe de niveau.

3° Utilisation d'un triangle à pente

Allons à l'endroit le plus élevé (haut) du champ, plaçons le triangle à pente dans le sens perpendiculaire de la pente. Pivotons un pied triangle à pente pour chercher un point sur lequel la ficelle de ce dernier va se stabiliser (passe par la marque), à ce niveau là les points sur la même courbe de niveau ; plaçons au dessus de chaque pied du triangle un piquet. Ces derniers doivent être assez visibles, nous déplaçons ensuite le pied derrière du triangle nous le plaçons devant dans sens perpendiculaire de la pente, nous pivotons jusque à ce que la ficelle se stabilise. L'opération doit ainsi continuer le long de la pente ; une fois au bout du champ, nous tous ces points se

trouvent sur la même courbe de niveau par une corde afin de bien aménager cette dernière par les matériaux disponibles.

Pour tracer une deuxième courbe, nous nous déplaçons dans le sens de la pente ; la distance entre deux courbes de niveau dépend du degré de la pente. Si la pente est forte la distance entre les courbes sera très faible, si par contre la distance n'est pas importante, la distance entre les courbes sera plus larges que possible. Ainsi, nous tracerons 10 mètres si la pente est forte, 20 mètres si elle moyenne et la 30 mètres si elle faible.

TABLE DE MATIERE

COURS DE GENIE RURAL ET TOPOGRAPHIE	1
INTRODUCTION	1
Objectifs	1
CHAP. 1: LES CONSTRUCTIONS RURALES	3
1.0. NOTIONS PRELIMINAIRES	3
1.1. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTIONS RURALES	3
1.1.1. Considérations d'ordre économique	3
1.1.2. Considérations hygiéniques et techniques	3
1.1.3. Organisation d'une concession	4
1.2. IMPLANTATION	6
1.2.1. Facteurs à considérer	6
1.2.2. Etude d'une implantation	7
1.2.3. Chantier de construction rurale	7
1.2.3.1. Installation du chantier	8
1.2.3.2. Approvisionnement du chantier	9
1.2.3.3. Les personnels du chantier	9
1.2.3.4. Les demande	9
1.2.3.5. Documents de chantier	9
1.2.3.6. Ouverture de chantier	10
1.2.3.7. Le chef de chantier	10
CHAP. 2 : PHASE DE CONSTRUCTION	11
2.1. PIQUETAGE ET PROFILEMENT	11
2.2. MISE EN ETANT DU SOL	11

<u>2.2.1. Généralité</u>	11
<u>2.2.2. Matériels utilisés pour la mise en état du sol</u>	11
<u>A. Matériels courants pour les travaux légers de défrichage et de terrassement</u>	11
<u>B. Matériels lourds de défrichage et de terrassement</u>	12
<u>Tracteur de chantier en chenille :</u>	12
<u>b) Tracteur à pneumatique ou à roue</u>	12
<u>1° Matériels de défrichage proprement dit</u>	12
<u>A. Le Bulldozer</u>	12
<u>B. Le Bulldozer d'abattage</u>	13
<u>2° Dessouchement</u>	13
<u>3° Nettoyage du terrain :</u>	13
<u>4° Les matériels de terrassement</u>	13
<u>5° Les matériels affectés au transport de terre</u>	14
<u>6° Matériels d'excavation et de transport : les SCRAPPERS</u>	14
<u>2.3. MATERIAUX DE CONSTRUCTION</u>	14
<u>2.3.1. Matériaux terreux</u>	14
<u>1.3.1.1. Les pierres</u>	14
<u>2.3.1.2. Le sable</u>	15
<u>2.3.1.3. Les liants</u>	16
<u>La chaux :</u>	16
<u>b. Les ciments :</u>	17
<u>c. Autres liants : Argile et Altérites</u>	18
<u>2.3.1.4. Les fers</u>	19
<u>2.3.1.5. Le bois</u>	20
<u>2.3.1.6. L'eau :</u>	21
<u>2.3.1.7. Les briques</u>	21
<u>b) Les agglomérés</u>	21
<u>2.3.1.8. Les verres</u>	22
<u>2.3.1.9. La peinture</u>	23

<u>2.3.1.10. Les carreaux à grès seramé</u>	24
<u>2.3.1.11. Matériau de couverture</u>	24
<u>2.4. LOGEMENT DES HOMMES</u>	24
<u>CHAP. 3 : LES VOIRIES RURALE</u>	25
<u>3.1. LES VOIES DE COMMUNICATION</u>	25
<u>3.1.1. Terminologie</u>	25
<u>3.1.2. Classification des routes</u>	25
<u>3.2. ETUDE GENERALE DE TRACE D'UNE ROUTE</u>	26
<u>1. Le plan</u>	26
<u>2. Profil en travers</u>	26
<u>3.3 Principes généraux de tracé d'une route</u>	27
<u>3.4. LES OUVRAGES DE LA VOIRIE</u>	28
<u>3.4.1. Généralités</u>	28
<u>3.4.2. Fondation</u>	28
<u>- Les buses</u>	29
<u>- Radier</u>	30
<u>1°. Ouvrage de fortune ou pont en fourche</u>	30
<u>2°. Ouvrage (pont) définitif</u>	30
<u>3.5. Entretien des routes</u>	31
<u>3.5.1. Principaux types de dégradation</u>	31
<u>3.5.2. Entretien des ouvrages (constructions)</u>	34
<u>CHAP. 4. CAPTAGE DE SOURCES D'EAU</u>	36
<u>1°) Captage de source de déversement</u>	36
<u>2°) Sources d'émergence</u>	37
<u>3°) Protection de captage</u>	38
<u>CHAP. 5. EROSION DES SOLS</u>	39
<u>5.1. DEFINITION DE L 'EROSION</u>	39
<u>5.2. TYPES D 'EROSION</u>	39
<u>5.2.1. Erosion hydrique ou pluviale</u>	39
<u>5.2.1.1. Formes de l'érosion hydrique</u>	40

<u>A. L'érosion « splash »</u>	40
<u>B. Erosion en nappe ou ruissellement diffus</u>	40
<u>C. Erosion en griffes ou en rigoles</u>	41
<u>D. Erosion en ravine (Gully erosion)</u>	41
<u>E. Erosion par mouvement de masse ou glissement de terrain</u>	41
<u>5.2.1.2 Facteurs favorisant l'érosion hydrique</u>	42
<u>A. Précipitation</u>	42
<u>B. La végétation</u>	42
<u>C. La nature du sol</u>	43
<u>D. La pente</u>	44
<u>E. L'homme</u>	44
<u>5.2.1.3 Le mécanisme de L'érosion hydrique</u>	44
<u>5.2.1.4. Effets de l'érosion hydrique des sols</u>	45
<u>5.2.2. Processus l'érosion éolienne</u>	45
<u>A. Saltation</u>	45
<u>B. Suspension</u>	45
<u>C. Reptation</u>	46
<u>5.2.3. Effets de l'érosion éolienne</u>	46
<u>A. Les effets sur le sol</u>	46
<u>B. Les effets sur la végétation</u>	47
<u>CHAP. 6. CONSERVATION DES SOLS PAR DES METHODES</u>	
<u>MECANIQUES</u>	48
<u>6.1. Terrassement progressif</u>	48
<u>6. 2. Terrassement radical</u>	49
<u>i) Piquetage du terrain</u>	50
<u>ii) Détermination et traçage des courbes de niveau</u>	50
<u>iii) Techniques du terrassement radical</u>	51
<u>iv) précautions à entreprendre lors du terrassement radical</u>	51
<u>6.3. Fossés anti-érosifs (F.A.E.)</u>	53
<u>A. Utilité des F.A.E. dans la conservation des sols</u>	53

<u>CHAP. 7. NOTION DE TOPOGRAPHIE</u>	54
<u>7.1 Matériels de signalisation d'un point topographique</u>	54
<u>7.2 signalisation d'un point topographique</u>	54
<u>7.3. Le nivellement</u>	55
<u>7.3.1 Mode de nivellement :</u>	55
<u>7.3.2. Comment déterminer la différence de niveau entre deux</u>	56
<u>7.3.3 Comment tracer les courbes de niveau</u>	56
<u>1° Fabrication</u>	56
<u>2° Marquage du triangle à pente</u>	57
<u>TABLE DE MATIERE</u>	59