

Le génie rural, science méconnue du grand public

Autor(en): **Mermoud, André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **110 (1984)**

Heft 12: **Ingénieurs du génie rural et géomètres aujourd'hui et demain**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75318>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

pour des études géologiques et des fondations (fig. 3). Ces considérations ont été limitées jusqu'à maintenant à la restitution des prises de vues aériennes. Il est bien entendu que la même technique peut également être appliquée pour le levé de façades ou pour d'autres problèmes en construction ou en mécanique (fig. 4).

Dans la pratique, c'est surtout l'ingénieur du génie rural et géomètre qui est le spécialiste de la photogrammétrie. Lors de l'enseignement de la photogrammétrie, on familiarise l'étudiant avec les bases fondamentales de la restitution photogramétrique et avec la technique y relative. Il apprend à faire lui-même des restitutions sur les principaux appareils utilisés dans la pratique et acquiert ainsi la possibilité d'estimer la performance et le rendement de cette technique. Par ailleurs, et essentiellement au cours d'une campagne de quelques jours, l'étudiant est initié à la technique de la photo-interprétation.

Adresse de l'auteur:

Otto Kölbl, professeur EPFL
Institut de photogrammétrie EPFL
Avenue de Cour 33
1007 Lausanne

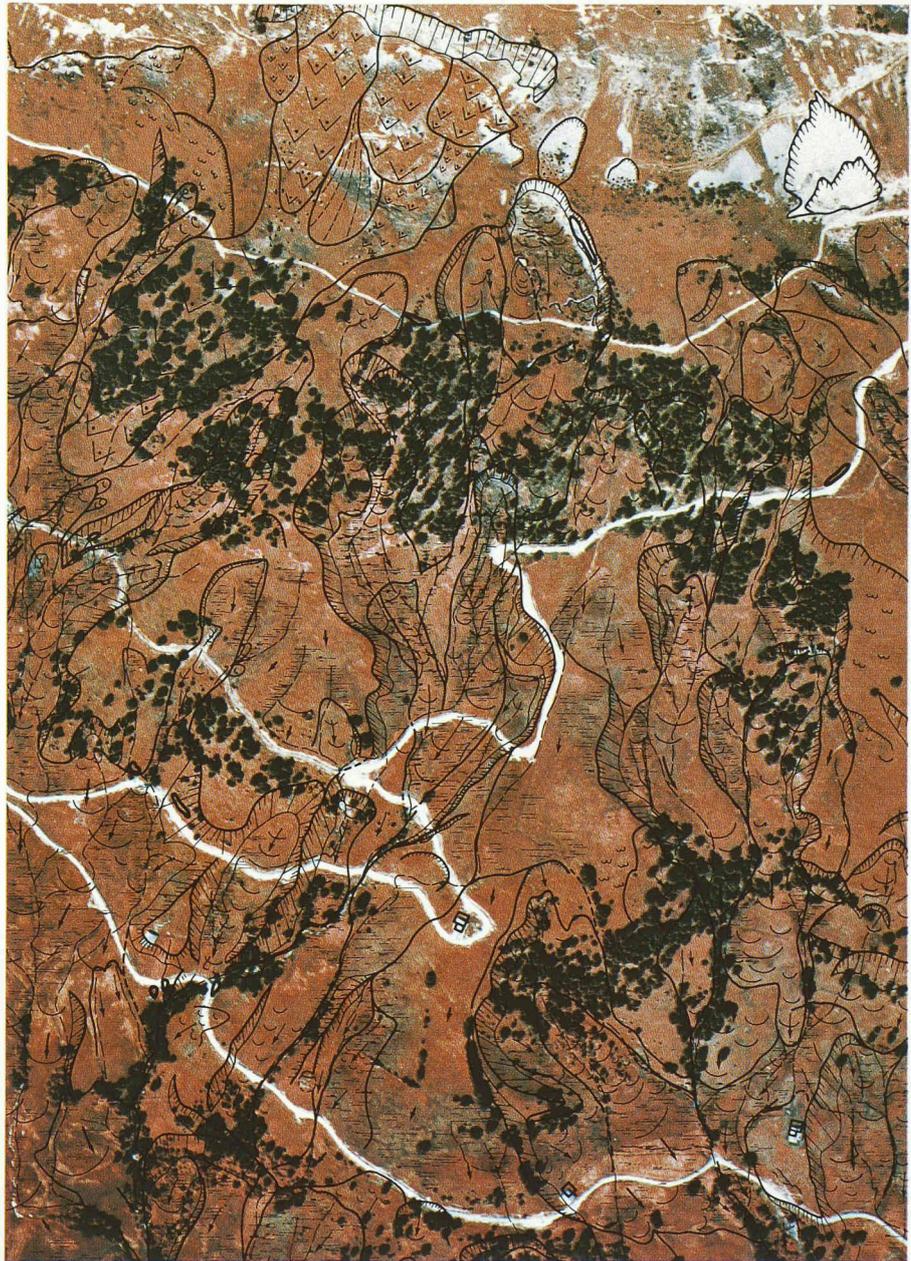


Fig. 3. — Photographie fausses couleurs infra-rouge de la région du Col de la Croix avec interprétation géologique. Sont indiqués en particulier les mouvements de glissement très actifs (flèches longues), peu actifs (flèches moyennes) ou stabilisés (flèches courtes); d'autre part, on indique la niche d'arrachement et les écoulements rocheux.

Le génie rural, science méconnue du grand public

par André Mermoud, Ecublens

Si le profane perçoit aisément ce que recouvre l'activité du géomètre, il ignore souvent la réalité cachée sous l'expression génie rural.

Le génie rural peut être défini comme la science qui se préoccupe de l'aménagement et de l'équipement de l'espace rural, c'est-à-dire des zones à faible densité de population dont une fraction essentielle est vouée à l'agriculture. Cependant la limite entre espace urbain et espace rural est difficile à établir, si bien que l'ingénieur du génie rural est de plus en plus fréquemment appelé à intervenir également en zone urbaine pour réaliser des aménagements fon-

ciers susceptibles de permettre une utilisation rationnelle des terrains à bâtir. Dans l'esprit de beaucoup de personnes, l'ingénieur du génie rural est assimilé à l'ingénieur agronome. En réalité les tâches de l'un et de l'autre sont complémentaires mais ne se superposent guère. L'ingénieur agronome cherche à accroître la production végétale et animale, notamment en sélectionnant les espèces, en luttant contre les ennemis des cultures, en cherchant à remédier aux carences nutritionnelles et en étudiant la mise en valeur, puis la commercialisation des produits du sol. Pour sa part l'ingénieur du génie rural prend en

charge l'étude et la réalisation des équipements techniques qui soient à même de créer des conditions favorables à une production suffisante et de rendre plus aisée l'exploitation du sol; il s'efforce également d'aménager le milieu rural et le cadre de vie dans lequel évolue l'agriculteur.

En Suisse, le spécialiste du génie rural s'occupe essentiellement de mise en valeur agricole des terres et des eaux ainsi que des aménagements fonciers. L'ensemble de ces activités est désigné par l'appellation générique d'améliorations foncières qui comportent des opérations géométriques et la réalisation d'ouvrages d'équipements propres à améliorer de façon permanente la qualité du sol, d'en augmenter la productivité ou d'en faciliter l'exploitation.

Dans d'autres pays les attributions de l'ingénieur rural sont plus larges; outre celles mentionnées plus haut, il s'occupe également des travaux d'alimentation en énergie électrique et en gaz, de

construction rurale et de machinisme agricole.

Les améliorations foncières regroupent l'ensemble des techniques qui permettent d'exploiter rationnellement le sol et de créer dans les terrains cultivés des conditions favorables à une production suffisante, régulière et de qualité.

Ces techniques englobent principalement:

- l'aménagement agricole des eaux dont l'objectif est de corriger l'excès ou la pénurie d'eau par la réalisation de réseaux d'assainissement ou d'irrigation;
- la création ou l'amélioration de voies d'accès susceptibles d'autoriser une exploitation plus commode et moins onéreuse;
- la réforme de la structure foncière au moyen essentiellement des remaniements parcellaires qui ont pour but de donner aux parcelles des formes et des dimensions bien adaptées à leur vocation;
- la défense et la conservation des sols qui visent à protéger le sol contre les agents naturels de destruction: érosion par l'eau ou le vent, inondations, avalanches...

Très souvent les améliorations foncières ne sont pas l'œuvre d'une seule personne, mais d'un ensemble de propriétaires situés dans un secteur qui constitue un tout géographique et économique (le périmètre). Le Code civil suisse, à travers ses articles 702 et 703, impose l'adhésion au syndicat de tous les propriétaires compris dans le périmètre dès l'instant où la majorité des propriétaires possédant plus de la moitié des terres sont acquis à l'idée. Cette restriction à la propriété foncière est dictée pour des raisons d'intérêt public. En effet, les améliorations foncières présentent la particularité de servir à la fois les intérêts des propriétaires et ceux de la collectivité. A ce titre elles font générale-

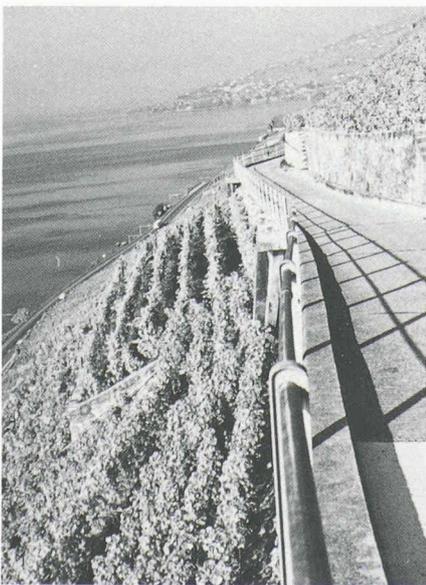


Fig. 1. — Chemin rural en zone viticole.



Fig. 2. — Chemin bétonné prévu pour l'interception de l'eau de ruissellement.

ment l'objet de subventions de la part de l'Etat qui a intérêt à soutenir une branche essentielle de son économie et qui s'assure ainsi une certaine autonomie alimentaire. Actuellement l'agriculture suisse produit le 65% des denrées consommées, mais ce pourcentage pourrait augmenter rapidement par une intensification des cultures et une meilleure mise en valeur des terres.

Construire et améliorer les chemins ruraux

L'exploitation rationnelle des terrains agricoles passe par le recours à des moyens de culture mécaniques. Or l'utilisation d'une machine suppose l'existence de voies d'accès aux parcelles. Les procédés classiques de construction routière ne peuvent être appliqués sans autre aux routes rurales. Le trafic agricole présente des spécificités telles qu'une circulation peu intense, voire nulle en hiver, et une prédominance de véhicules lents, lourds et encombrants. Ceci explique que les chaussées rurales sont généralement à une seule voie carrossable; en outre elles doivent permettre un accès facile à toutes les parcelles, ce qui implique un tracé proche du niveau du terrain naturel et une densité de chemins élevée, de l'ordre de 20 à 50 m par hectare en zone agricole et de 50 à 150 m par hectare en zone viticole. L'aspect économique joue un rôle considérable; les investissements doivent s'apprécier en fonction des avantages offerts (augmentation de production et diminution des frais d'exploitation), si bien que les solutions techniquement les meilleures ne peuvent pas toujours être retenues. Toutefois, il y a souvent intérêt à choisir une alternative plus coûteuse à la construction, mais moins exigeante en frais d'exploitation car ces derniers sont

supportés intégralement par les communes ou les propriétaires.

Dans les zones viticoles à forte pente (fig. 1) particulièrement sujettes à la dégradation par l'eau, les chemins jouent non seulement le rôle de voies d'accès, mais également celui d'ouvrages de lutte contre l'érosion. Implantés plus ou moins parallèlement aux courbes de niveau, ils sont espacés de telle sorte que la vitesse de l'eau de ruissellement reste inférieure à une vitesse critique; ils ont donc pour mission d'intercepter l'eau et de la conduire aux ouvrages d'évacuation. Le Service des améliorations foncières du canton de Vaud a joué un rôle de pionnier dans ce domaine en construisant il y a déjà plusieurs décennies des chemins agricoles bétonnés équipés pour la collecte des eaux de ruissellement, notamment dans le vignoble de La Côte (fig. 2)

Les chemins de montagne ont non seulement une fonction de desserte mais aussi un rôle social dans la mesure où ils constituent un des éléments essentiels du maintien des populations agricoles des régions montagneuses. D'un point de vue purement économique les chemins alpestres ne sont souvent pas rentables, mais sans des mesures radicales pour diminuer les difficultés d'exploitation et pour accroître la production, ces régions seraient vouées à l'abandon. Ici plus qu'ailleurs les ingénieurs se doivent de trouver des solutions techniquement fiables et qui restent économiquement réalisables.

De gros efforts sont effectués depuis quelques années pour trouver des matériaux de construction appropriés aux exigences du trafic rural, ainsi que des méthodes efficaces de dimensionnement et de renforcement des superstructures. De tels efforts se justifient pleinement puisque, actuellement, on construit annuellement en Suisse plus de 1000 km

de routes forestières et rurales, ce qui représente un investissement de plus de 200 millions de francs.

Réformer la structure foncière

Les techniques d'exploitation actuelle s'accommodent très mal d'un morcellement excessif et de parcelles dispersées, mal desservies, de forme irrégulière et distantes les unes des autres. Cette situation est la conséquence de la fragmentation des domaines résultant de la multiplication des ventes et des successions. Ce sont les cantons alpestres (Grisons, Valais, Tessin) qui sont les plus morcelés.

Le remaniement parcellaire (appelé également remembrement) est une opération à caractère essentiellement géométrique qui a pour but, dans les zones agricoles, de fournir aux propriétaires des parcelles compatibles avec une utilisation rationnelle du sol.

Elle consiste à restructurer la propriété foncière en remplaçant d'anciennes parcelles trop nombreuses, trop petites, à contours irréguliers et mal desservies, par de nouvelles parcelles de forme, de dimension et d'accès rationnels.

La dimension optimale des parcelles évolue avec le développement du machinisme agricole.

Ainsi tel champ de 200 m de long qui pouvait être cultivé rationnellement il y a quelques années supporterait aisément une longueur de 400 m avec les machines actuelles. On est ainsi amené à effectuer de nouveaux remembrements sur des terres remaniées il y a quelques dizaines d'années alors que les conditions d'exploitation étaient très différentes de celles d'aujourd'hui.

L'exécution d'un remaniement parcellaire obéit à des règles précises spécifiées dans un certain nombre de textes légaux. Au niveau fédéral la loi sur l'agriculture de 1951 et l'ordonnance sur les améliorations foncières de 1971 se contentent de définir des principes généraux. Les règles détaillées de procédure et l'ordonnancement des opérations sont contenues dans des lois can-

tonales qui diffèrent sensiblement d'un canton à l'autre. Cette solution fédéraliste est extrêmement heureuse car elle permet de tenir compte du contexte, des mentalités et des particularités locales. Le droit de propriété est si fortement ancré dans l'esprit des agriculteurs qu'ils supportent mal les restrictions et ne les acceptent pas toujours sans ressentiment. Ceci explique la nécessité de contraintes légales. Il n'en reste pas moins que pour éviter de trop nombreux recours et des blessures difficiles à cicatrifier, l'auteur du projet et les organes qui l'entourent (commission de taxation, commission d'exécution...) doivent faire preuve de doigté, de psychologie et d'une grande objectivité car c'est souvent tout le patrimoine foncier d'un propriétaire qu'ils manipulent simultanément.

Le remaniement parcellaire se réduit rarement aux seules opérations géométriques. En général il s'accompagne d'autres travaux d'améliorations foncières, tels que la création ou l'amélioration de chemins, l'exécution de réseaux d'irrigation ou de drainage, la mise en œuvre de techniques de conservation des sols, etc.

Le remaniement parcellaire est fréquemment lié à l'aménagement du territoire. Dans ce cas il ne se limite pas uniquement à la restructuration de la propriété foncière, mais il tend à ordonner l'utilisation du sol par la définition de zones d'affectation.

Les cantons peuvent imposer d'autorité un remaniement dans certains cas particuliers dans lesquels le remembrement n'est plus une fin en soi, mais sert également d'autres intérêts généraux. Les motifs habituellement cités le sont pour faciliter la réalisation de grands travaux (autoroutes, voies de chemins de fer, canaux, etc.) ou pour permettre l'élaboration d'un plan d'extension.

Aménager les eaux pour l'agriculture

La plupart des espèces végétales cultivées ne prospèrent harmonieusement

que dans des conditions d'humidité favorables. L'excès d'eau qui conduit à l'asphyxie des végétaux peut être maîtrisé par l'assainissement, alors que la pénurie qui perturbe ou empêche la croissance des plantes peut être corrigée par l'irrigation.

Assainissement

Le terme d'assainissement des terres désigne les opérations d'assèchement et de drainage qui ont pour but de débarrasser le sol des eaux excédentaires et de prévenir la remontée de la nappe phréatique à un niveau nuisible aux cultures.

L'assèchement doit permettre de mettre en valeur des terres vouées initialement à la stérilité en raison d'un excès chronique d'eau (zones marécageuses, tourbières, etc.).

Le drainage a pour but d'évacuer rapidement les eaux surabondantes de la couche superficielle du sol afin d'assurer les conditions favorables à une croissance harmonieuse des végétaux.

L'excès d'humidité est préjudiciable aux plantes et au sol.

Au niveau des végétaux ce préjudice se manifeste tout d'abord par des difficultés de croissance. En effet, comme les terres sont gorgées d'eau, l'air ne peut y pénétrer et les plantes privées d'oxygène sont menacées d'asphyxie. Les sols humides sont froids et ce d'autant plus que l'évaporation est forte; ils ne se réchauffent que très lentement au printemps ce qui perturbe la germination et retarde la croissance. Les risques de maladies cryptogamiques sont fortement accrus. Ces problèmes se traduisent par des chutes de rendement dont l'importance dépend de la période et de la durée de submersion, ainsi que du type de végétal.

Au niveau du sol l'excès d'humidité se traduit par une dégradation de la structure due essentiellement au passage des machines qui tassent le terrain, accroissent la compacité et diminuent la perméabilité à l'air et à l'eau. Les travaux agricoles sont plus difficiles, plus onéreux et plus longs car les machines ne se déplacent qu'au prix de gros efforts,

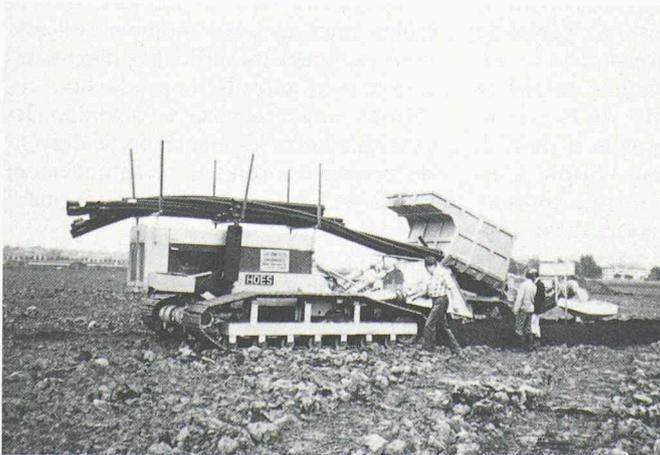


Fig. 3. — Machine à poser les drains en action.



Fig. 4. — Pratique de l'irrigation gravitaire à la raie.

coûteux en carburant et en main-d'œuvre.

Les techniques d'assainissement permettent de pallier ces inconvénients. Elles consistent soit à implanter un réseau de fossés à ciel ouvert qui recueille les eaux superficielles et souterraines pour les conduire jusqu'à des émissaires, soit, plus généralement, à poser des canalisations enterrées qui évacuent les eaux excédentaires et assurent le rabattement de la nappe phréatique (fig. 3).

Irrigation

On désigne par irrigation la technique qui permet d'apporter aux cultures les quantités d'eau nécessaires à un développement harmonieux des végétaux. Les besoins en eau des plantes sont considérables. Ainsi, pour élaborer un kilo de matière sèche, une culture exige environ 600 litres d'eau. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'approvisionnement est assuré artificiellement par irrigation.

Les systèmes d'irrigation diffèrent selon les régions, le type de cultures, la nature du sol, les moyens financiers disponibles et l'habileté des exploitants à pratiquer telle ou telle forme d'arrosage. On distingue essentiellement trois systèmes: l'irrigation gravitaire, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée.

L'irrigation gravitaire qui consiste à conduire l'eau sur le périmètre à arroser par des canaux à ciel ouvert et à la distribuer sur les parcelles par écoulement gravitaire est, et de loin, la plus pratiquée dans le monde. Elle concerne plus de 95% des surfaces arrosées, particulièrement dans les pays en voie de développement. Son principal inconvénient est lié aux pertes d'eau dans les ouvrages de transport et sur les parcelles. L'efficacité du système oscille entre 30 et 70%. Ce mauvais rendement est d'autant plus navrant qu'il touche le

plus souvent des régions dans lesquelles l'eau est un élément décisif de production végétale; chaque mètre cube d'eau perdu se traduit par une diminution de la surface cultivable (fig. 4).

L'irrigation par aspersion se caractérise par un apport d'eau aux plantes sous forme de pluie artificielle au moyen d'appareils rotatifs (appelés arroseurs ou sprinklers) alimentés en eau sous pression.

L'irrigation localisée est représentée par un certain nombre de techniques d'arrosage récentes dont la caractéristique essentielle est une application d'eau à faible débit, à intervalles fréquents et limitée au voisinage des plantes (fig. 5).

Ces techniques connaissent un succès appréciable justifié par un certain nombre d'avantages indiscutables lorsque l'installation est bien conçue et l'irrigation bien conduite. Elles permettent une économie d'eau incontestable, étant donné que seule une partie du sol est humidifiée et que les pertes par percolation profonde, par ruissellement et par évaporation sont réduites. En outre l'humidité du sol reste constamment à une valeur élevée si bien que la dépense d'énergie consentie par la plante pour absorber l'eau est minimale et qu'elle peut consacrer toutes ses forces à sa croissance.

Enfin, les espaces entre les rampes restent pratiquement secs, ce qui permet l'accès même en période d'irrigation et entrave la croissance des mauvaises herbes.

La technique dite « par goutte à goutte » est la plus utilisée. Avec ce système l'apport d'eau se fait sous forme de gouttes ou de minces filets d'eau au travers de dispositifs appelés goutteurs. Les goutteurs sont disposés sur des tuyaux de faible diamètre qui sont en règle générale posés sur le sol, le long de la rangée de culture à arroser.



Fig. 6. — Lutte contre l'érosion par association d'une culture en travers et d'un épandage de compost de gadoues.

Défendre et conserver les sols

Les techniques de défense et de conservation ont pour but le maintien, voire l'accroissement, de la fertilité des sols par une exploitation adaptée aux conditions locales.

Les principaux dangers auxquels sont exposés les sols sont liés à l'érosion, aux inondations et à la salinisation.

Dans notre pays l'érosion par l'eau est un problème sournois mais très menaçant. Elle touche de nombreuses régions dans lesquelles des investissements considérables sont consentis pour sauvegarder la fertilité des sols. Le problème s'est aggravé avec l'avènement de la culture mécanisée, le recours systématique aux herbicides, le renoncement au travail du sol et la pratique de la monoculture. C'est le cas notamment des régions viticoles lémaniques qui sont exposées à des orages de forte intensité tout en étant très sensibles vis-à-vis de l'érosion.

Les moyens de lutte ne sont pas très spectaculaires, mais bien conduits et cumulés, ils aboutissent fréquemment à des résultats probants.

On peut chercher soit à diminuer le ruissellement, soit à renforcer la résistance du sol à l'entraînement, soit à capter l'eau avant qu'elle n'atteigne des vitesses dévastatrices.

Dans le premier cas on favorise l'infiltration, par exemple, en recouvrant le sol de compost de gadoues ou de paille ou encore en créant des banquettes de niveau, en cultivant selon les courbes de niveau et en ameublissant le sol.

Dans le deuxième cas on favorise la croissance d'une culture végétale ou on apporte des engrais capables d'accroître la cohésion du sol (fig. 6).

Une troisième technique, efficace mais onéreuse, consiste à intercepter l'eau



Fig. 5. — Irrigation par aspersion dans la plaine du Rhône.

avant que sa vitesse et son volume ne deviennent trop importants, au moyen de fossés, digues d'arrêt, routes, etc., et à la conduire à des exutoires.

En matière de lutte contre l'érosion éolienne, des techniques similaires peuvent être mises en œuvre. Une bonne couverture végétale reste toutefois le moyen le plus efficace pour fixer les particules de sol.

Dans le domaine de la lutte contre les inondations, des travaux considérables ont été exécutés en Suisse. Il suffit de songer aux corrections des eaux du Jura et à l'assainissement de la plaine du Rhône.

La correction des eaux du Jura s'est faite en deux étapes. La première, réalisée entre 1868 et 1891, a consisté à dériver le cours naturel de l'Aar pour l'introduire dans le lac de Biènné et, parallèlement, à corriger les cours d'eau reliant les lacs de Morat, Neuchâtel et Biènné, ce qui a donné naissance aux canaux de la Broye, de la Thielle et de Nidau-Büren. Ces travaux ont permis de mettre en culture de vastes surfaces préalablement marécageuses. De nouvelles inondations survenues en 1910 et 1944 incitèrent les cantons concernés à entreprendre la deuxième correction des eaux du Jura dans les années 50 qui consista essentiellement à approfondir et élargir les canaux, ainsi qu'à renforcer et protéger les rives.

L'assainissement de la plaine valaisanne du Rhône a débuté en 1860 et s'est poursuivi en plusieurs étapes jusqu'en 1948. Il a nécessité d'énormes travaux d'endiguement du fleuve qui submergeait initialement la plus grande partie de la plaine en période de crue.

Au titre des ouvrages de défense et de conservation des sols on peut citer également ceux très particuliers qui visent à la protection contre les avalanches et contre les glissements de terrains.

Mentionnons enfin un problème grave qui affecte certains sols tourbeux (en particulier dans la plaine de l'Orbe et dans le Seeland). Dans ces zones autrefois marécageuses et aujourd'hui drainées la couche de tourbe diminue progressivement sous l'effet de plusieurs facteurs dont les plus importants sont le tassement et la décomposition accélérée de la matière organique, le prélèvement des substances minérales par les plantes cultivées et l'érosion éolienne. La diminution de l'épaisseur de tourbe est doublement dommageable car, d'une part, après quelques décennies les drains se trouvent dans la couche de labour et, d'autre part, il arrive parfois (ces cas sont heureusement rares) que l'horizon de craie lacustre affleure, ce qui interdit la poursuite des cultures. Les solutions à ce problème complexe sont diverses: réfection du réseau de drainage, changement de cultures au profit de la prairie permanente, maintien d'une humidité élevée en dehors des périodes de culture

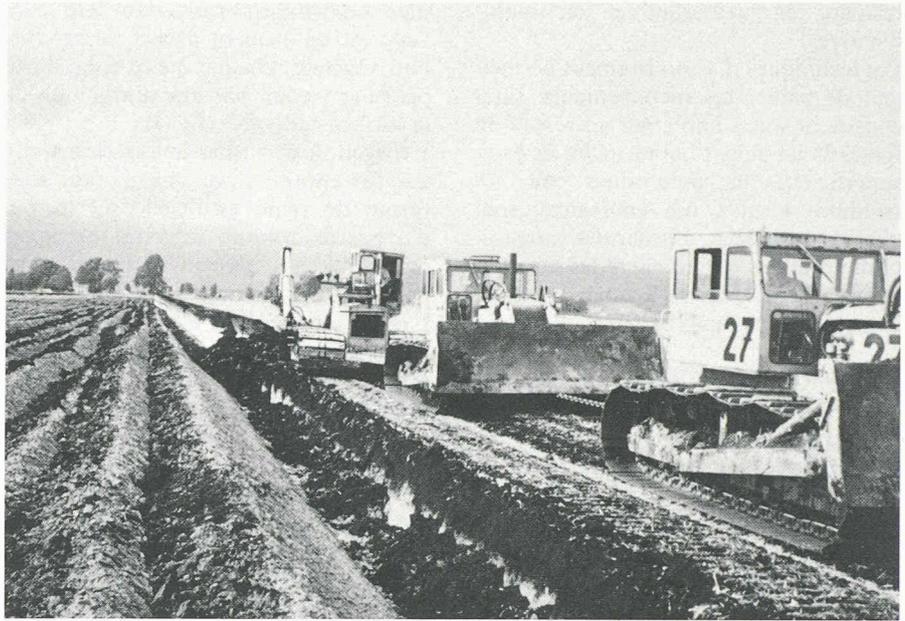


Fig. 7. — Labour profond pour mélanger la couche tourbeuse de surface à la couche minérale.

pour limiter l'oxydation, exécution de labours profonds qui ont pour but de mélanger le sol minéral sous-jacent à la couche organique de surface (plaine du Seeland) (fig. 7).

Une tâche noble mais ardue

Faciliter l'exploitation du sol et équiper le milieu rural pour offrir aux agriculteurs des conditions de vie correctes, accroître la production et augmenter les surfaces cultivables pour couvrir les besoins alimentaires d'un monde dans lequel la demande ne cesse d'augmenter, préserver le capital sol et le mettre à l'abri d'une dégradation irréversible,

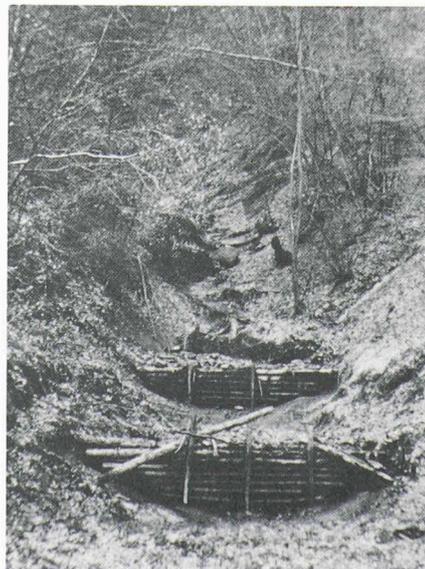
voilà quelques-unes des attributions de l'ingénieur du génie rural. La noblesse de la tâche n'a d'égal que sa difficulté face aux exigences souvent contradictoires de la protection de la nature et de la nécessité d'une production en constante progression. Les ingénieurs du génie rural doivent œuvrer pour trouver des solutions techniques qui soient à même de concilier les deux aspects. C'est là un pari difficile qu'ils sont prêts à relever.

Adresse de l'auteur:

André Mermoud
Institut de génie rural EPFL
En Bassenges, 1024 Ecublens

Les constructions rurales

par Jean-Claude Piguet



Les constructions rurales sont liées à l'amélioration, à l'aménagement et à la protection des sols destinés principalement à la culture. Elles sont tributaires des problèmes d'eau et d'équipement. Elles sont maintenant conçues, projetées et réalisées par le maître d'œuvre de l'ensemble d'un projet d'aménagement de l'espace rural, c'est-à-dire par un ingénieur du génie rural. Elles sont donc intégrées et adaptées à ce contexte et, par là même, fiables, durables et économiques. L'ensemble des activités du génie rural démontre, à l'évidence, que le dénominateur commun de celles-ci est le sol. Trois actions spécifiques sont survenues dans le temps: l'amélioration, l'aménagement et la protection.

Fig. 1. — Correction de ruisseau.