

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 84 (1986)

Heft: 4

Artikel: Le génie rural : science naturelle ou technique d'ingénieur?

Autor: Musy, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-233033>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le génie rural: Science naturelle ou technique d'ingénieur?

A. Musy

Les principales activités du Génie rural, telles que reconnues par la Commission Internationale du Génie Rural concernent les domaines suivants:

- les aménagements agricoles des terres et des eaux
- la construction et la rationalisation de bâtiment
- le machinisme agricole
- l'énergie rurale
- l'organisation scientifique du travail

De ces activités, les plus spécifiques à l'ingénieur du Génie rural sont sans conteste celles relatives aux aménagements qui peuvent se subdiviser en deux catégories

- l'organisation du sol et sa conservation
- l'équipement du sol et ses améliorations

Dans la première s'inscrit le remaniement parcellaire qui relève également d'une politique globale d'aménagement de l'espace rural.

Les routes et chemins agricoles, les systèmes d'assainissements et d'irrigations, les travaux de lutte anti-érosion, la gestion des ressources font partie intégrante de la seconde.

Planifier, concevoir, réaliser et gérer un projet de mise en valeur des terres et des eaux exigent, de la part de l'ingénieur du Génie rural, le recours à de nombreuses notions et données ainsi qu'à différentes connaissances issues de sciences ou techniques diverses, dont:

- les sciences naturelles, car le champ d'application concerne les terres et les eaux en zone rurale essentiellement
- les sciences mathématiques et expérimentales utilisées pour décrire de manière rationnelle certains comportements physiques
- les techniques de l'informatique, permettant de simuler certains processus
- les sciences sociales et humaines car les interventions de cet ingénieur touchent directement et de très près l'homme et son environnement.

Ces connaissances, l'ingénieur du Génie rural doit notamment les intégrer:

- en hydrologie pour prévoir l'occurrence d'événements climatologiques exceptionnels
- en hydrodynamique pour mieux cerner les échanges et les transferts entre le squelette du sol, l'eau, les solutés et le végétal
- en planification et gestion lors d'études d'impacts et pour régir divers systèmes hydroagricoles en utilisant les données acquises par télédétection spatiale.

Il n'est donc guère possible de classer a priori le Génie rural dans l'une ou l'autre de ces disciplines, ce qui lui conférerait un caractère trop restrictif. La pluri- et la transdisciplinarité appartiennent à la nature même du Génie rural, qui à ce titre, peut être considéré comme une «science de synthèse, ayant pour but l'aménagement technique de l'espace rural». Et comme toute science de synthèse, le Génie rural est une science complexe qui requiert les méthodes et les techniques les plus modernes.

Gemäss der internationalen Kommission für Kulturwesen kennen wir in diesem Fachgebiet folgende Schwerpunkte:

- die Gestaltung von Boden und Gewässern im landwirtschaftlichen Raum
- den Bau landwirtschaftlicher Gebäude sowie deren Rationalisierung
- die Mechanisierung in der Landwirtschaft
- Energiefragen im Bereiche der Landwirtschaft
- die wissenschaftliche Arbeitsorganisation in der Landwirtschaft.

Davon sind die Tätigkeiten der Gestaltung spezifisch dem Kulturingenieur zuzuteilen. Sie betreffen zwei Kategorien:

- die Organisation des Bodens und dessen Erhaltung
- die Ausrüstung des Bodens und dessen Verbesserung.

In der ersten Kategorie finden wir Güterzusammenlegungen; diese sind jedoch auch einer Gesamtpolitik zur Gestaltung des landwirtschaftlichen Raumes unterworfen.

Güterstrassen und -Wege, Drainage- und Bewässerungssysteme, Erosionsschutzmassnahmen sowie die Verwaltung der Boden-Ressourcen entsprechen der zweiten Kategorie.

Le génie rural est né de l'histoire et son développement fut directement fonction de la difficulté que rencontra l'homme pour satisfaire ses besoins alimentaires. Parallèlement à son expansion démographique et à son évolution sociale, l'homme fut en effet contraint d'ordonner ses activités et rationaliser ses espaces. En ce qui concerne ses besoins primaires, l'homme dut organiser son sol tout comme les moyens de son exploitation. Ainsi, et au cours des siècles, les techniques relatives à l'utilisation de l'espace rural connurent de nombreux développements qui actuellement peuvent se regrouper dans les différentes classes suivantes:

- aménagement des terres et des eaux
- construction et rationalisation de bâtiments
- machinisme agricole
- équipement rural-énergie
- organisation scientifique du travail - ergonomie

Ces différents domaines regroupent l'ensemble des activités du génie rural, tel que reconnu par les hautes instances internationales.

De ces activités, la plus spécifique à l'ingénieur du génie rural est sans conteste celle qui concerne les aménagements agricoles des terres et des eaux. L'exposé-ci-après est donc orienté sur ce thème, d'autant qu'il constitue l'axe principal de la formation et de la recherche en génie rural à l'EPF de Lausanne.

Ces aménagements peuvent être encore divisés en deux sous-familles: l'une concerne principalement l'organisation du sol et sa conservation, l'autre son équipement et ses améliorations.

L'aménagement de l'espace rural

La propriété foncière a subi différentes restructurations, notamment depuis le début de ce siècle par le biais de remaniements parcellaires. C'est au travers de telles entreprises que l'agriculture helvétique a vraiment connu un essor important, concrétisé aujourd'hui par le fait que le 6% de notre population cultivant le quart de notre territoire produit le 60% de nos besoins alimentaires. Il n'est cependant pas juste d'attribuer aux seules entreprises d'améliorations foncières ces brillants résultats. Il convient d'y associer intimement les progrès de l'agronomie, de la zootechnie et de la mécanisation agricole. Mais force est de reconnaître que le moteur de ce développement fut la réorganisation de la propriété foncière qui a su s'adapter aux exigences modernes de production (fig. 1).

Aujourd'hui, la mise en place de tels travaux devient plus problématique de par la difficulté qui existe pour les insérer dans un espace rural de plus en plus restreint et contraignant.

Leçon inaugurale prononcée le 6 juin 1985 et publiée dans Polyrama no 68

Partie rédactionnelle

Planung, Entwurf, Realisierung und Verwaltung von Projekten der Boden- und Gewässerverbesserung verlangen vom Kulturingenieur weitreichende Kenntnisse aus Wissenschaft und Technik, wie:

- **Naturwissenschaften, da das Anwendungsgebiet ausschliesslich Böden und Gewässer ländlichen Charakters betrifft**
- **Mathematik und Experimentierung zur rationellen Beschreibung von physikalischen Verhaltensweisen**
- **Technik und Informatik zur Simulation von Prozessen**
- **Sozial- und Humanwissenschaften, da die Tätigkeiten des Kulturingenieurs direkt den Menschen und seine Umgebung betreffen.**

Alle diese Kenntnisse muss der Kulturingenieur integriert verarbeiten:

- **im Bereiche der Hydrologie, um seltenen klimatologischen Ereignissen Rechnung zu tragen**
- **im Bereiche der Hydrodynamik, um Austausch und Verschiebungen zwischen Bodenskelett, Wasser, Lösungen und Pflanze besser erfassen zu können**
- **im Bereiche der Planung und der Verwaltung, beim Studium der Auswirkungen, sowie zum Betrieb verschiedener Be- und Entwässerungssysteme unter Einbezug von Daten, die durch Fernerkundung gewonnen wurden.**

Somit ist es wohl kaum möglich, das Kulturingenieurwesen von vornherein in die eine oder andere Disziplin einzuordnen, da dies zu einschränkend wäre. Die Multi-Disziplinarität gehört zur Natur des Kulturingenieurwesens, das in diesem Zusammenhang als «Synthesenwissenschaft» betrachtet werden kann. Ihr Ziel ist die «technische Gestaltung des landwirtschaftlichen Raumes». Wie alle Synthesenwissenschaften ist auch das Kulturingenieurwesen eine komplexe Wissenschaft, die die modernsten Methoden und Techniken erfordert.

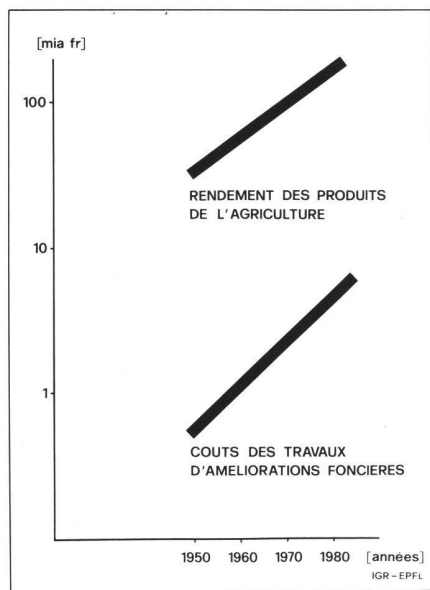


Fig. 1. Influences des travaux d'améliorations foncières sur la production agricole

L'homme moderne est en effet très exigeant dans son confort et par voie de conséquence très avide d'espace. Le sol subit donc constamment les assauts de notre société citadine et industrielle et perd systématiquement la bataille, pour ne pas dire concrètement le terrain, au profit d'une emprise non agricole toujours plus importante. Depuis 1945, l'agriculture a perdu environ 1200 km² de terres cultivables, ce qui représente une superficie légèrement plus grande que celle du canton de Thurgovie et un taux de disparition de 1 m² à la seconde pendant quarante ans (fig. 2).

Il est plus que temps de mieux défendre notre sol au travers notamment d'une politique d'aménagement concertée et efficace.

ce. L'organisation de l'espace rural est devenue aujourd'hui une priorité nationale et doit s'inscrire dans un cadre plus général d'aménagement du territoire. Nos ingénieurs du génie rural, rompus aux techniques d'amélioration des sols et de contrôle des eaux, sont sensibles à ce problème. Ils doivent être encore mieux préparé à le résoudre. En conséquence, il paraît capital pour l'avenir de la profession d'ingénieur du génie rural de renforcer les connaissances dans ce domaine et, par voie de conséquence, l'axe de formation de l'aménagement de l'espace rural. Il s'agit là d'une priorité qui, espérons-le, sera retenue sans trop tarder par l'EPF de Lausanne.

Les aménagements hydro-agricoles

Nous allons analyser quelque peu la nature des connaissances auxquelles l'ingénieur

du génie rural doit faire appel pour concevoir, planifier et gérer des aménagements. Cette réflexion permettra de conclure sur le degré d'appartenance du génie rural au monde des sciences naturelles ou à celui de la technique d'ingénieur. Elle offrira de plus la possibilité de présenter les principales orientations de recherche que l'Institut de génie rural (IGR) souhaiterait voir développer à l'EPFL dans ce domaine. L'argumentation sera construite sur les aménagements hydro-agricoles qui, associés au contrôle du ruissellement des eaux de surface pour lutter contre les inondations et l'érosion hydraulique, concernent principalement les assainissements et les irrigations en y associant les problèmes de gestion.

Assainir une terre ou irriguer un sol peut paraître aux yeux du profane comme de simples améliorations n'exigeant pas de longues études ni de savants calculs. Il suffit a priori d'arroser quand le sol est trop sec ou de pomper lorsqu'il se trouve trop humide. Deux problèmes principaux se posent toutefois dans ce domaine: quand et dans quelle mesure faut-il faire ces ponctions ou ces adjonctions; la technique du génie nous dira ensuite comment peut-on intervenir sur le terrain.

En analysant de plus près ces diverses questions, on s'aperçoit qu'il n'est pas si facile de contrôler judicieusement dans le temps et dans l'espace les volumes d'eau nécessaires à la croissance des végétaux et à l'exploitation des sols. Preuve en est le fait que périodiquement nos récoltes subissent encore des pertes de rendement dues à l'excès ou au manque d'eau dans des sols déjà aménagés. On pourrait bien évidemment accuser l'ingénieur d'avoir mal travaillé. Possible, mais ce dernier a toutefois pas mal de circonstances atténuantes surtout si l'on sait qu'il doit tenir compte dans son étude de projet des facteurs principaux suivants:

- le climat et son évolution

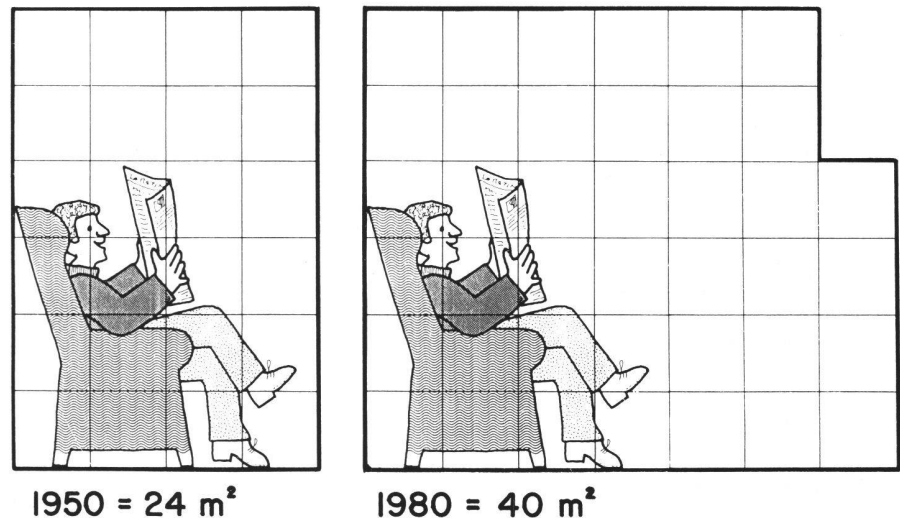


Fig. 2. Evolution des surfaces habitables par habitant, en ville de Bâle. (Extrait de «La bataille pour le sol»

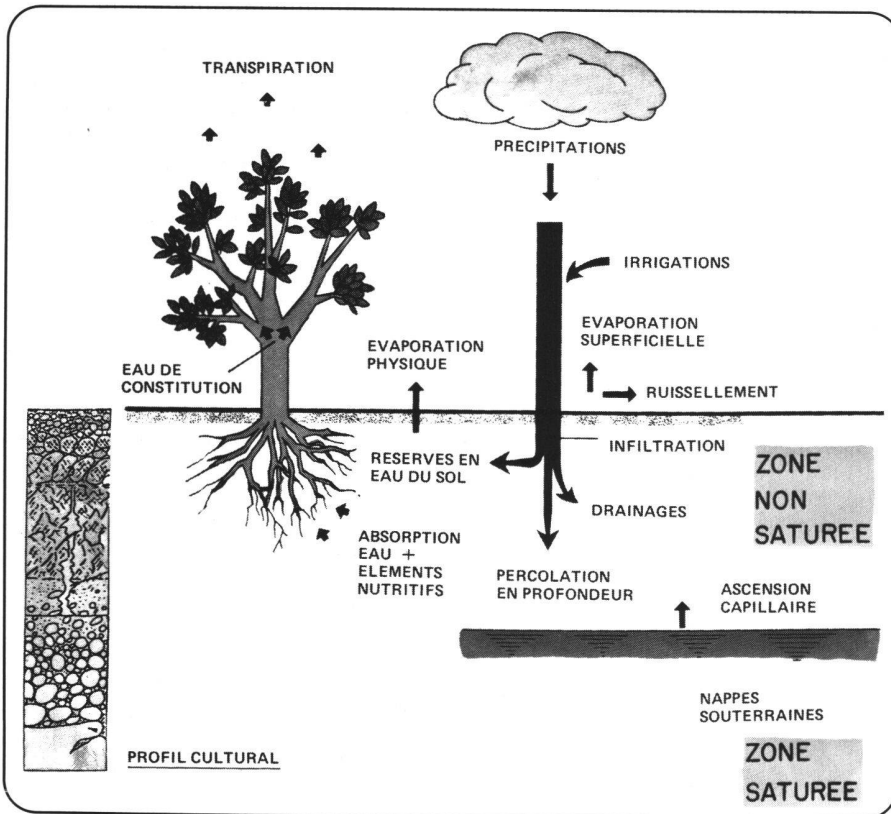


Fig. 3. Les éléments principaux du cycle hydrologique

- la nature du sol et son relief
- l'espèce et la réaction du végétal
- le type et la nature du travail de l'exploitant

Il n'est guère possible de représenter l'ensemble de ces facteurs par des expressions mathématiques aussi sophistiquées soient elles. L'ingénieur du génie rural doit donc intégrer certains résultats analytiques à d'autres, moins quantifiables, afin de les faire tous intervenir dans son étude. Cette approche illustre à la fois la difficulté et la richesse d'une telle discipline.

Mais approfondissons encore un peu les choses dans deux domaines d'étude essentiels: le premier concerne le climat, le second, le milieu souterrain.

L'hydrologie

Les études météorologiques et climatologiques ont pour but, en génie rural, d'apprécier l'occurrence et la grandeur de certains événements climatiques exceptionnels qui ont des chances de se produire pendant la durée de vie des ouvrages (fig. 3). Les caractéristiques de ces événements vont en effet directement proportionner la taille des aménagements. Par exemple, il est d'usage en Suisse de dimensionner un système de drainage en fonction de la pluie maximale qui peut tomber pendant une période de trois jours consécutifs et qui statistiquement se présente en moyenne une fois tous les cinq ans.

Il est donc nécessaire, en premier lieu, de procéder à une analyse fréquentielle de certains paramètres climatiques et hydrologiques:

- les hauteurs de pluie pour les drainages,
- les intensités des pluies pour l'érosion,
- les températures pour l'évaporation, etc.

Cette analyse se base bien évidemment sur des mesures ponctuelles de terrain, sensées représenter la nature du phénomène étudié. Et c'est déjà à ce stade que commencent les difficultés.

Mesurer valablement une pluie ou apprécier correctement un débit n'est pas toujours une sinécure. Le physicien ou le métrologue apporte parfois la solution technique de la mesure. En revanche il oublie souvent les problèmes liés à l'environnement naturel et à la logistique surtout qui conditionnent vraiment la fiabilité des appareils, donc celle des résultats.

Si l'on y ajoute de surcroît les problèmes qui peuvent exister pour régionaliser de telles données ponctuelles compte tenu des microreliefs et climats, pour extrapoler ces données dans le temps, faute de disposer d'informations suffisantes à l'endroit où il est nécessaire d'intervenir, on comprend mieux la signification profonde du proverbe chinois que voici:

«La prévision est un art difficile, spécialement lorsqu'elle concerne l'avenir.»

Et pourtant, les ingénieurs du génie rural ne peuvent pas se passer de telles études car trop importantes pour le dimensionnement correct des aménagements. Il n'est guère possible par exemple de compenser une ignorance dans ce domaine en appliquant d'importants coefficients de sécurité, ce qui conduit à surdimensionner inutilement les ouvrages.

Une orientation privilégiée en génie rural

C'est la raison pour laquelle l'analyse hydrologique est une orientation privilégiée dans la formation et dans la recherche en génie rural. Les études dans ce domaine doivent concourir vers le développement de méthodes simples d'appréciation de certaines caractéristiques de dimensionnement des ouvrages. Elles doivent déboucher également vers la mise à disposition de l'ingénieur-projeteur d'une information technique généralisée de qualité, concentrée dans une banque de données facilement accessible.

De telles recherches passent par différentes phases dont les principales suivantes:

- organisation du recueil des données de terrain
- contrôle qualitatif de ces mesures - corrections éventuelles
- extension spatiale de ces résultats, compte tenu de divers facteurs liés à la morphologie et à l'occupation du sol
- discrétisation par maille de ces grandeurs spatialisées en vue de les stocker dans une banque adéquate (fig. 4).



Construction de diguettes anti-érosives au Cap-Vert

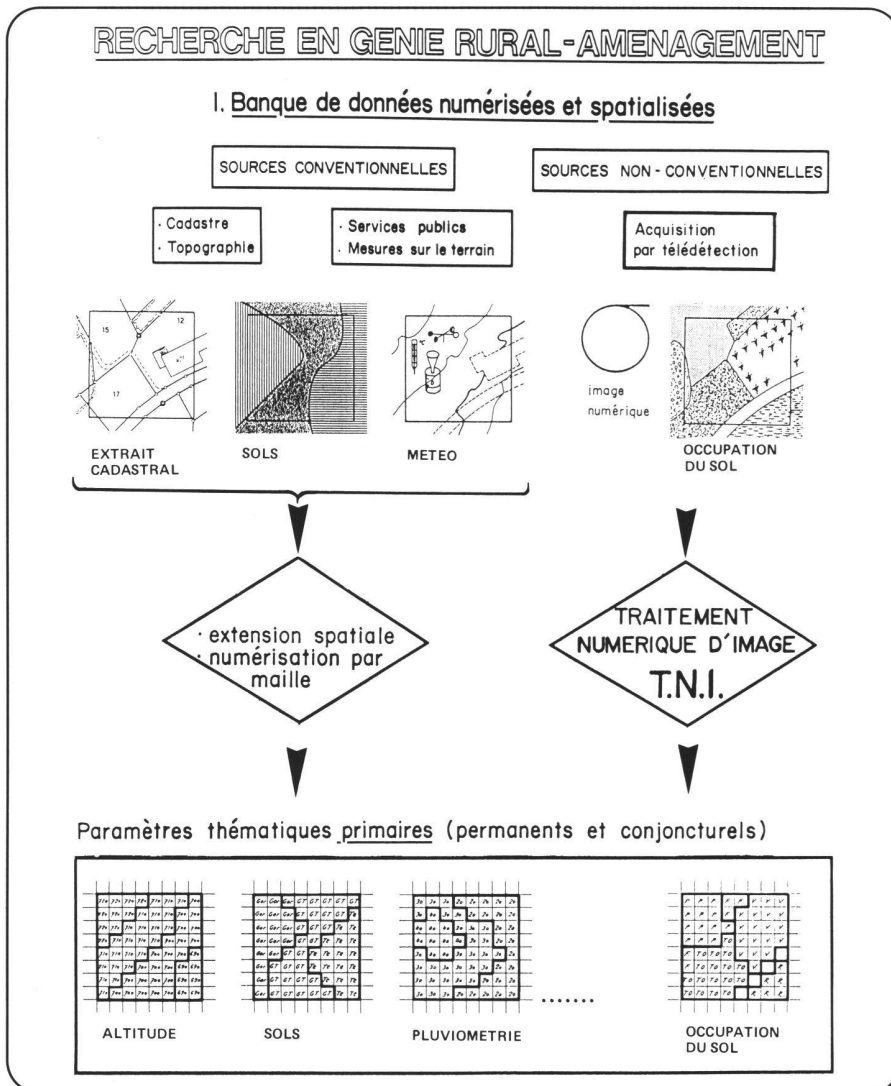


Fig. 4. Organisation d'une banque de données numérisées et spatialisées pour le génie rural

L'origine de la donnée peut provenir de sources conventionnelles ou non; le contrôle de qualité fait appel à des techniques statistiques appropriées et l'extension spatiale s'appuie sur des méthodes modernes d'évaluation.

Celle utilisée en hydrologie se fonde sur la théorie des variables régionalisées de Matheron; une technique qui offre la possibilité de représenter au mieux l'évolution spatiale d'un facteur donné, mais qui permet surtout de qualifier l'information résultante en fonction de la précision initiale de chaque mesure. Cette dernière appréciation est fondamentale en hydrologie. Elle permet d'une part d'estimer la confiance que l'on peut accorder aux paramètres de dimensionnement des ouvrages, donc de mieux cerner leur sécurité, et d'autre part, d'optimiser les réseaux de mesure et d'observation.

Une telle recherche est actuellement en développement pour la Suisse romande à l'IGR de notre école. Cette méthodologie pourra bien évidemment être extrapolée à d'autres régions.

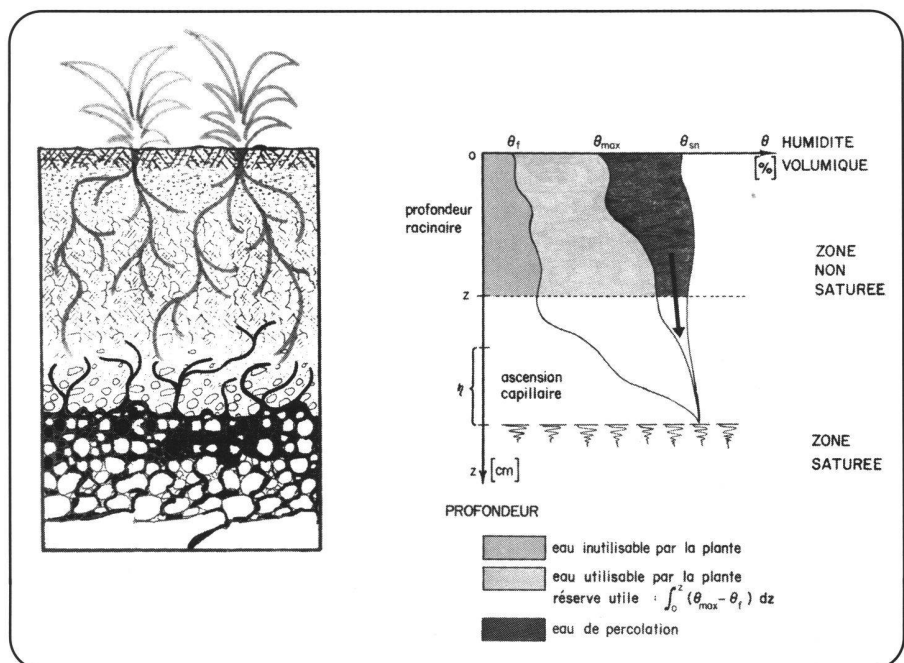


Fig. 5. Evolution d'un profil hydrique dans un sol

On s'aperçoit donc, dans le domaine de l'hydrologie, que l'ingénieur du génie rural doit se référer, pour ses études de projet, à diverses sciences et se trouve très souvent confronté aux problèmes inhérents à

- l'observation de phénomènes naturels, non répétitifs, et
- au contrôle de la vraisemblance et de la représentativité de cette observation.

Il doit donc s'inspirer et connaître en partie les méthodes et techniques de mesure et d'évaluation propres aux sciences naturelles ainsi que celles relatives à la statistique mathématique pour l'interprétation des données.

L'hydrodynamique

La maîtrise judicieuse de l'eau dans un sol cultivé vise un seul et même but, à savoir:

- le maintien pendant la période de croissance et sur la profondeur racinaire d'un état d'humidité optimal, adapté au type et au développement du végétal.

Cette condition sévère implique de connaître:

- le milieu dans lequel les phénomènes se produisent, il s'agit essentiellement des premiers horizons de sol
- le principe et la nature des échanges impliqués, tant au niveau de l'eau que des éléments nutritifs, entre la plante, le sol et l'environnement naturel
- les systèmes d'écoulement et de transfert d'eau et de solutés, spécialement dans la zone souterraine partiellement saturée en eau.

Les principales sciences concernées par de tels problèmes relèvent de la physique et de l'hydrodynamique du sol, étroitement associées à la pédologie et l'agrométéorologie.

Les principes régissant l'écoulement des eaux et la migration des sels dans les milieux poreux non saturés sont loin d'être compris. Les interactions entre les divers éléments de ce milieu sont fort nombreuses et difficilement identifiables.

Toutefois, la compréhension en milieu souterrain, du type et de la nature des transferts et des échanges qui se produisent entre les éléments constitutifs du sol, l'eau, les solutés et le végétal est fondamentale en génie rural. Illustrons ce propos sur un exemple relatif à l'irrigation (fig. 5).

Le flétrissement d'une plante se détermine lorsque les forces d'adhésion de l'eau aux particules de sol sont en moyenne plus fortes que celles de succion par les racines. Par ailleurs, la rétention maximale de l'eau dans le sol est fonction de l'équilibre qui existe entre les forces de tension capillaire et celles de gravité.

Dans un cas comme dans d'autres, les pressions en jeu dépendent à la fois du squelette du sol, du taux d'humidité et de l'extraction racinaire. Connaître et mesurer leurs effets, permet alors de déterminer deux seuils caractéristiques, exprimés en terme d'humidité:

- le point de flétrissement, en deçà duquel la plante va irrémédiablement mourir faute de pouvoir tirer suffisamment d'eau du sol - il s'agit du seuil limite du déclenchement de l'irrigation
- la capacité maximale de rétention en eau au-delà de laquelle l'eau va percoler en profondeur et va être perdue pour le végétal - ce point marque l'arrêt de l'irrigation et la différence entre ces deux seuils nous permet, compte tenu de la géométrie des pores, donc de la porosité, de calculer la dose d'irrigation à répartir.

L'évaluation de ces caractéristiques à l'échelle d'une parcelle ou d'un périmètre d'irrigation implique:

- d'effectuer des mesures ponctuelles de certains paramètres explicatifs; notamment l'humidité du sol
 - de connaître la variation spatio-temporelle des facteurs mesurés compte tenu de l'état du sol et du climat; par exemple la variation spatiale de cette humidité
- de comprendre les relations fonctionnelles entre ces paramètres de mesure et les phénomènes qui influencent la conception ou le fonctionnement des ouvrages; par exemple la relation entre l'humidité du sol et les phénomènes d'adsorption, de rétention, de succion matricielle ou osmotique, de percolation.

Une orientation de base en génie rural

Ce simple exemple, fortement schématisé, explique les raisons pour lesquelles la physique et l'hydrodynamique des sols sont des orientations de base en génie rural, tant au niveau de l'enseignement et de la recherche.

L'IGR s'est toujours principalement orienté dans cette direction et développe actuelle-

ment des recherches sur:

- les différentes composantes des bilans hydriques et chimiques dans la zone radiculaire du sol
- la répartition spatiale des processus et des transferts
- la modélisation conceptuelle et stochastique des écoulements associés aux solutés et en relation avec les végétaux.

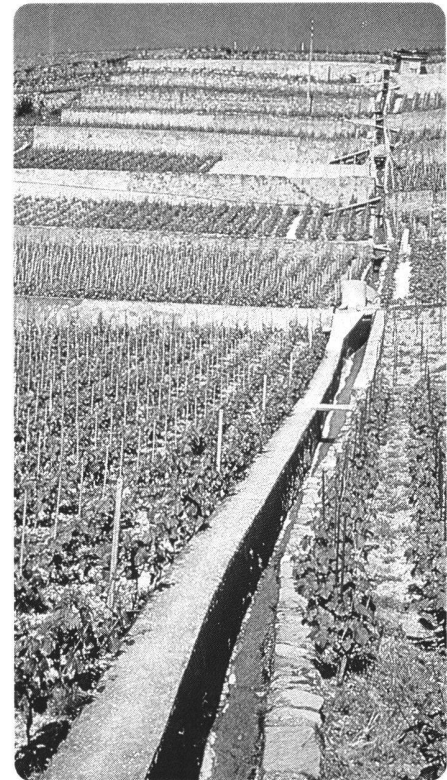
Ces études vont permettre de mieux pouvoir doser et maîtriser dans le sol les apports en eau et en éléments nutritifs et de mieux contrôler aussi les pertes et les migrations en profondeur de ces éléments. Elles se poursuivent aussi bien en laboratoire par des modélisations physiques et numériques, en milieu contrôlé par l'intermédiaire de cases lysimétriques et surtout sur le terrain, au coeur même des problèmes à résoudre; notamment dans la plaine du Rhône qui présente des symptômes de «mal-production» en raison de problèmes de salinité.

Ces recherches font appel aussi bien aux sciences d'observation qu'expérimentales, impliquent des raisonnements mathématiques parfois complexes ce qui nécessite, pour les applications, des traitements informatiques élaborés. A titre d'exemple, le modèle appelé «Système hydrologique européen» développé notamment à l'Institut d'hydrologie de Walingford en Angleterre et décrivant tant bien que mal l'ensemble de ces processus, requiert pour sa résolution une minute et demie de calcul par jour de simulation sur un processeur vectoriel Cray I.

La gestion des ressources

Commentons brièvement un dernier point lié à la conception des ouvrages; celui de la gestion des aménagements hydro-agricoles. Aujourd'hui, l'homme a enfin pris conscience de l'état et du taux de renouvellement des ressources naturelles qu'il utilise. A juste titre, il se pose de nombreuses questions à ce propos, étudie diverses solutions techniques pour tenter d'enrayer le gaspillage qu'il constate à ce niveau. Les aménagements hydro-agricoles n'échappent pas à cet examen, au contraire, et surtout si l'on songe aux besoins démesurés en eau que requièrent les végétaux pour leur croissance; 70 000 l/j/ha pour un maïs sous nos climats; plus du double en zone semi-aride.

Ces nouvelles exigences bousculent un peu les approches faites à ce jour pour mettre en place sur le terrain certains équipements ruraux. Actuellement il est de plus en plus nécessaire, avant toute réalisation, de procéder à une étude d'impacts que les aménagements projetés peuvent provoquer dans l'environnement et, selon les cas, à une analyse de gestion des ressources naturelles que ceux-ci vont utiliser. Ces études préalables s'effectuent à partir de simulations et impliquent par la suite des procédures efficaces de gestion (fig. 6).



Terrasses anti-érosives et collecteur d'eau de surface à Lavaux.

Etude d'impacts - simulation

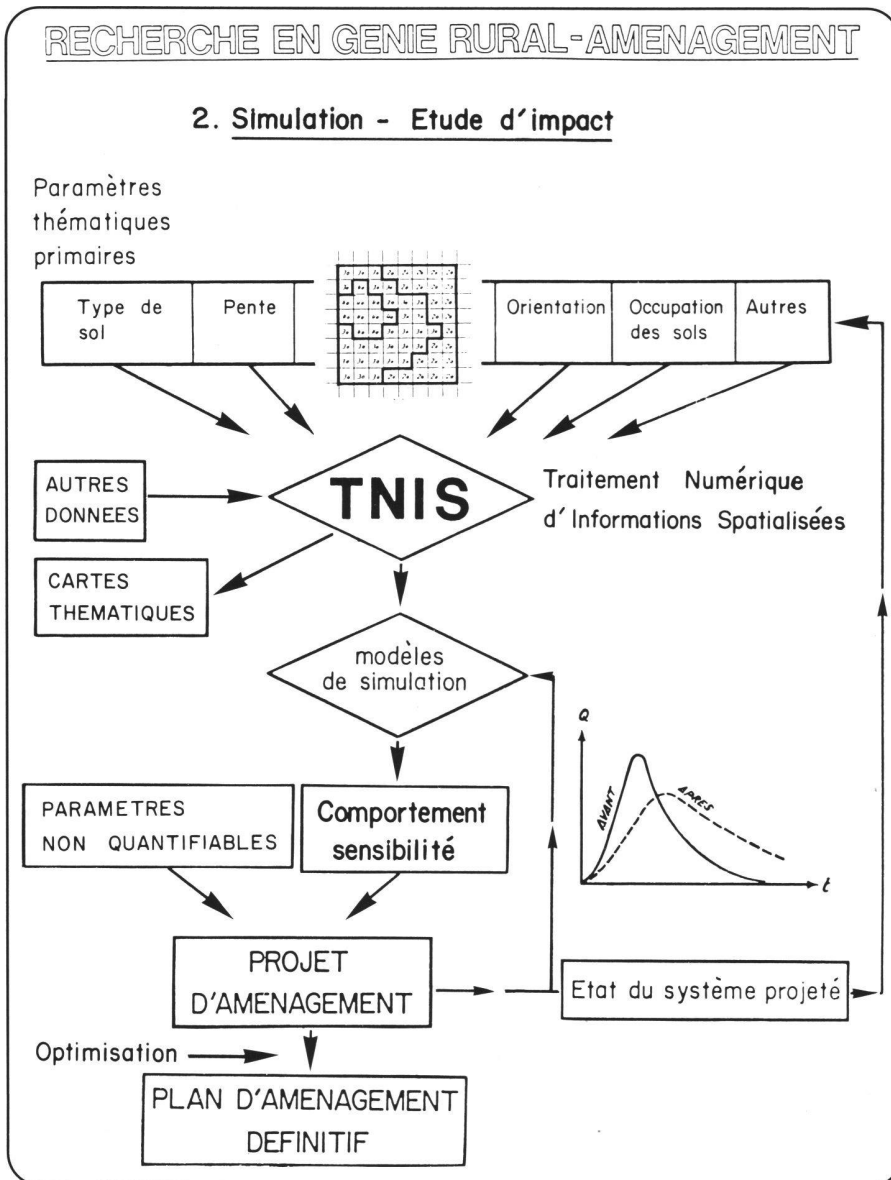
Les banques de données présentées ci-dessus peuvent servir directement, et mieux que tout autre information, à la simulation d'événements pour les études préalables d'impacts. Associées à d'autres types d'observation, les informations stockées dans cette banque sont traitées numériquement pour être introduites dans des modèles de simulation adéquats, permettant ainsi de tester le comportement d'un système. Les résultats d'une telle réaction sont ensuite confrontés avec d'autres paramètres non quantifiables, d'ordre juridique, social, économique, politique, etc. De cette dernière analyse, il en résulte un projet d'aménagement possible qui peut être optimisé, suite à une série d'itérations, simulant d'autres scénari.

L'IGR se propose de développer l'ensemble d'une telle méthodologie qui permettra d'apprécier au préalable l'efficacité ou l'impact de certains aménagements ruraux - par exemple les effets des nouveaux chemins agricoles, des nouvelles canalisations d'eau de surface ou des nouvelles orientations culturales sur le régime hydrologique des cours d'eau.

Procédure de gestion

La gestion d'un système se fonde sur d'autres principes, implique d'autres raisonnements et passe par d'autres stades d'évaluation. Elle est caractérisée par diverses procédures, dont les trois principales suivantes:

Partie rédactionnelle



- procédure d'actualisation et de réactualisation permettant d'évaluer à un moment donné l'évolution de l'état du système
- procédure d'aide à la décision qui estime les impacts quantifiables des différents choix qu'il est possible de faire
- procédure de décision basée sur les résultats issus des phases précédentes en y associant d'autres types d'informations moins quantifiables.

Ces diverses étapes ne sont pas propres aux aménagements hydro-agricoles mais s'appuient toutefois sur des techniques qui elles, sont spécifiques; en particulier:

- le choix d'un modèle de décision et
- la technique de réactualisation de l'état du système.

En ce qui concerne la première de celle-ci, il est courant d'utiliser les «outils» mathématiques développés par la recherche opérationnelle. Parmi eux, le mieux adapté aux problèmes du génie rural se fonde sur la méthode «de la programmation dynamique en avenir incertain» (fig. 7). Peut-être qu'un jour, pas trop lointain, il sera possible de bénéficier à cet effet des techniques modernes d'aide à la décision, utilisant des systèmes-experts, type Prolog, développés dans le cadre de travaux relatifs à l'intelligence artificielle. Une telle application appartient certes encore au domaine de l'avenir mais pas à celui de l'utopie.

Les méthodes utilisées pour l'actualisation de l'état d'un système sont aujourd'hui et en matière de génie rural, plus confrontées à des problèmes d'ordre logistique et financier que technique.

Par exemple, la détermination périodique des facteurs agro-hydro-météorologiques à l'échelle d'un périmètre, dont certains peuvent atteindre plusieurs dizaines de mil-

Fig. 6. Etude de comportement d'aménagements ruraux à partir d'une banque de données organisées

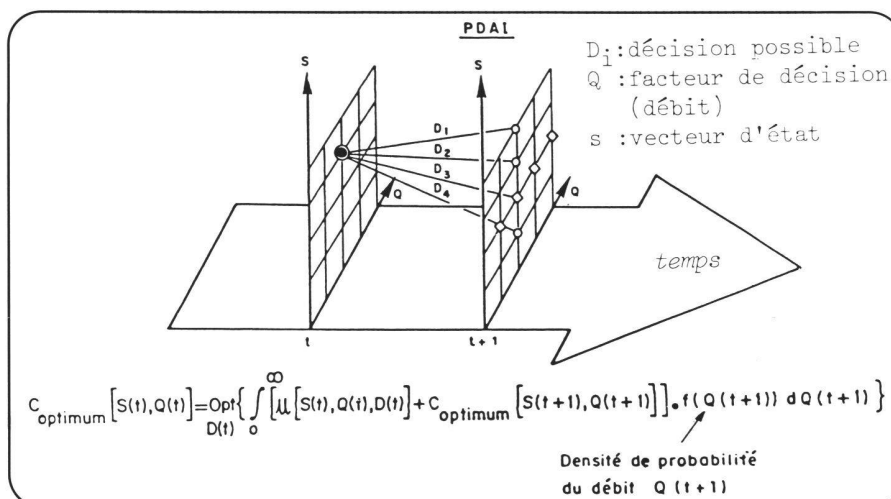


Fig. 7. Programmation dynamique en avenir incertain - Application au calcul des crues d'une rivière

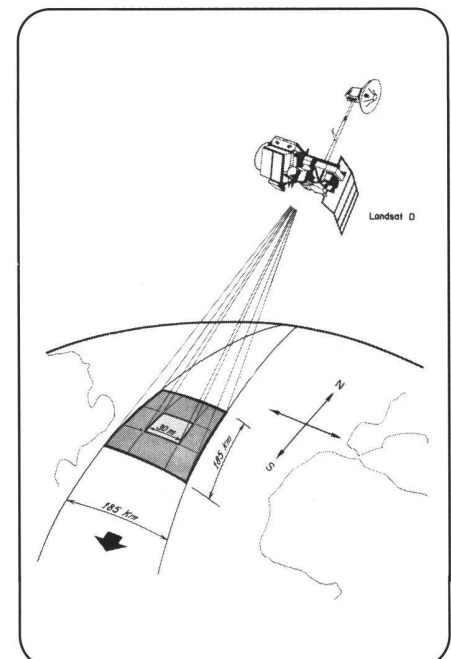


Fig. 8. Principe d'acquisition de données par télédétection spatiale

liers d'hectares, est en effet problématique. La mesure ponctuelle n'est pas représentative, la multiplication du nombre de mesure n'est souvent pas réaliste, financièrement du moins. Une autre approche doit être envisagée, plus rationnelle et plus synthétique. Celle qui consiste à utiliser les données acquises par télédétection aéroportée et surtout satellitaire sont à cet égard des plus prometteuses (fig. 8).

La télédétection une technique qui s'impose

La télédétection est une technique moderne d'acquisition et d'interprétation de données, basée sur le principe de la mesure à distance de la radiance spectrale du sol et de sa couverture. Associée aux méthodes conventionnelles de mesure au sol, cette technique offre la possibilité d'évaluer avec précision certains paramètres utiles à la description de l'état d'un système; en particulier pour les aménagements hydro-agricoles:

- la couverture du sol.
- les stades phénologiques,
- l'occupation et l'humidité superficielle des terres.

Aujourd'hui, des satellites opérationnels, tel que le Landsat D américain offrent la possibilité de capter tous les 16 jours, en une fois et sur une portion de sol de

34 200 km², la radiance spectrale selon sept longueurs d'onde différentes de chaque élément de 900 m² de cette surface. Sachant que le coût d'une telle masse de données n'est que d'environ 7000 francs suisses, on comprend mieux l'intérêt unanime envers une telle technique, que manifeste la communauté scientifique internationale concernée par la gestion des eaux en milieu rural. Au vu de telles possibilités, on est en droit de se demander si, à moyen terme, d'autres procédés de mesure présenteront des caractéristiques aussi performantes.

Les méthodes d'analyse issues de données acquises par télédétection spatiale sont déjà et deviendront de plus en plus un point de passage obligé dans plusieurs domaines, et plus spécialement dans celui de la gestion des ressources en eau. L'effort à consentir en matière de recherche et de formation dans cette orientation doit être en conséquent important. L'IGR, un pionnier à l'EPFL dans ce domaine, poursuit toujours des recherches dans cette direction en les associant toutefois et en les intégrant aux études générales qu'il entreprend sur la gestion et l'étude d'impact des aménagements de l'espace rural.

Le génie rural, une science de synthèse
Les aspects du génie rural présentés ci-



Mise en place d'un collecteur de drainage.



Système de production de biogaz au Niger pour irrigation localisée.

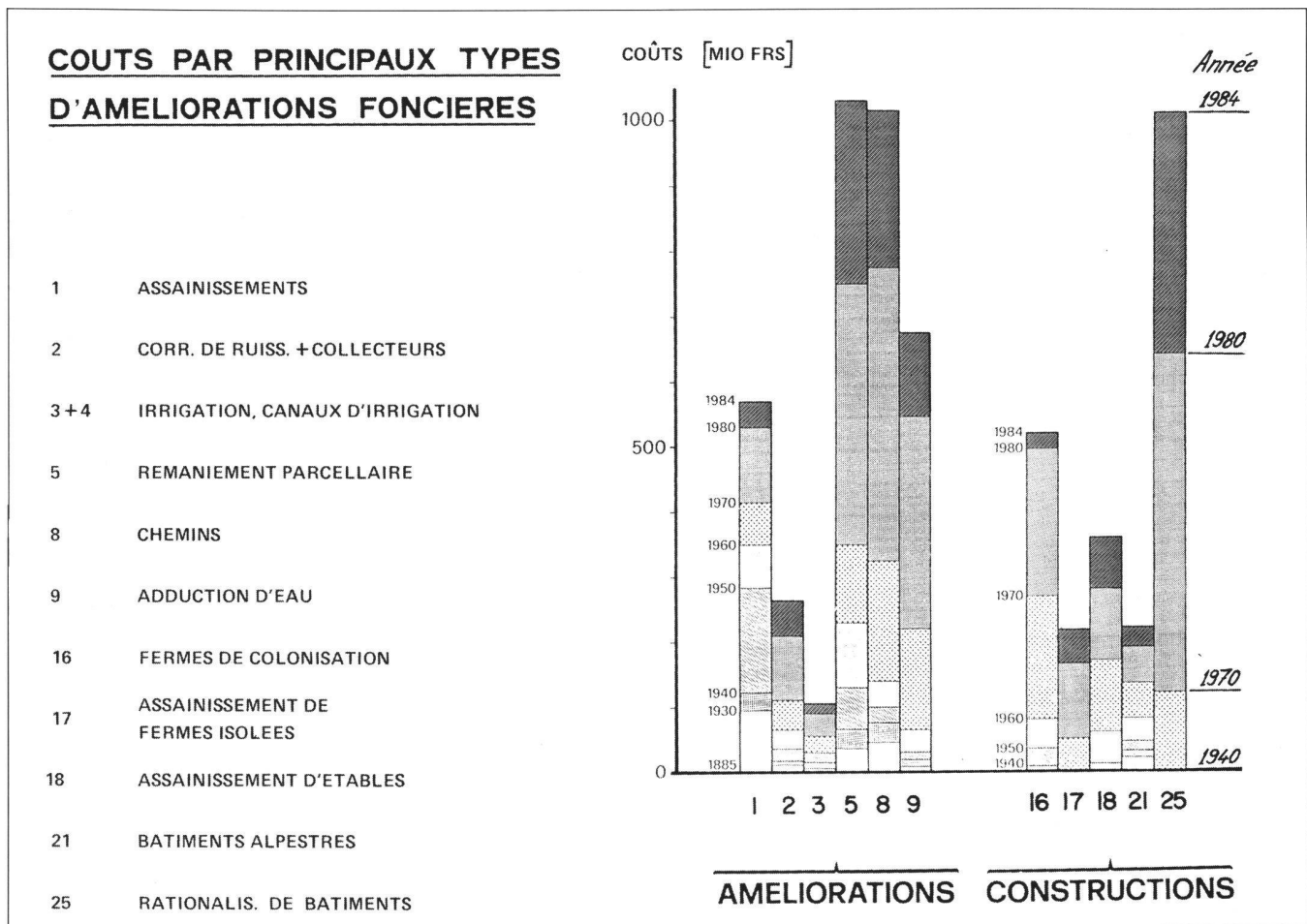


Fig. 9. Statistique des engagements financiers en Suisse pour divers types de travaux d'améliorations foncières.

dessus ont été volontairement choisis pour caractériser la pluridisciplinarité d'une telle branche technique. Aussi bien dans le domaine de l'hydrologie, de l'hydrodynamique, de l'aménagement que dans celui de la gestion, l'ingénieur du génie rural doit faire appel à de nombreuses connaissances:

- connaissances du milieu naturel surtout puisque son champ d'application concerne les terres et les eaux, en zone rurale essentiellement
- connaissances mathématiques et expérimentales aussi utilisées pour décrire de manière relationnelle certains comportements physiques
- connaissances de l'automatique et de l'informatique également lui permettant de mesurer et de simuler l'un ou l'autre de ces comportements
- connaissances sociales et humaines enfin car ses interventions touchent directement l'homme et son environnement.

Ces connaissances, que l'ingénieur du génie rural se doit d'intégrer dans ses activités, appartiennent à divers domaines, sont issues de différentes sciences techniques ou humaines.

En conséquence, il n'est guère possible a priori de classer le génie rural dans l'une ou l'autre de ces disciplines. S'il est vrai que le génie rural s'appuie beaucoup sur les sciences d'observations et expérimentales, il est bien trop restrictif de l'inclure uni-

quement dans l'une ou l'autre d'entre elles; les sciences naturelles ou celle de la physique en particulier.

La multidisciplinarité: une spécificité du génie rural

La multi et la transdisciplinarité représentent une des caractéristiques essentielles du génie rural qui, à ce titre peut être définie comme une «science carrefour» ou mieux encore, comme une «science de synthèse» de différentes disciplines. Et puisqu'il s'agit d'une science de synthèse, en conséquence une science complexe qui requiert les méthodes et techniques d'analyse les plus modernes, le génie rural est une science de pointe.

Conformément à cette définition, le génie rural n'est pas une technique non plus, au sens étymologique du moins. Mais cette science appartient tout de même au monde de la technique, dans la mesure où elle fait appel à des procédés logiques d'analyse et de construction propres aux ingénieurs. Ainsi, la réponse à la question posée dans le titre de cet exposé, à savoir si le génie rural relève des sciences naturelles ou de la technique d'ingénieur, peut se formuler comme suit:

«le génie rural est une science de synthèse qui a pour but l'aménagement technique de l'espace rural».

Ce compromis, bien helvétique, se pratique

tous les jours et de manière importante dans notre pays, si l'on en juge par les statistiques fédérales relatives au financement des grands travaux d'améliorations foncières. Les investissements dévolus à ces améliorations s'élèvent en moyenne à 400 millions de francs par an. Ils concernent des aménagements de l'espace rural qui ne l'oublions pas induisent un effet de synergie important pour le développement d'un secteur économique essentiel, celui de l'agriculture (fig. 9).

En suivant les stratégies d'indépendance et de développement déployées par nos responsables politiques, tant au niveau national que mondial, on en déduit inexorablement que la formation et la recherche surtout en génie rural doit encore se développer et s'intensifier. Ce constat est d'autant plus réel si l'on songe aux très graves problèmes d'alimentation que rencontre le quart de l'humanité et qui sont directement liés à l'effort consacré pour développer et mieux gérer des périmètres agricoles de mise en valeur des terres et des eaux. Et l'on ne peut que conclure, dans cet esprit, que la recherche en génie rural, plus qu'en d'autres sciences, doit être vraiment appliquée et servir le plus rapidement possible l'utilisateur potentiel.

Adresse de l'auteur:

A. Musy, Professeur EPFL
Institut de génie rural, CH-1015 Lausanne