

Résumé des résultats de recherches sur le bassin d'investigation de l'Orgeval (Bassin Parisien, France)

(G.) Oberlin

1. ORGANISME GESTIONNAIRE

Ministère de l'Agriculture CTGREF, Division Hydrologie, Parc de Tourvoie, 92160 Antony.

2. THÈMES DE RECHERCHES ET D'ÉTUDES

2.1. PRÉALABLE : RÉCOLTE ET TRAITEMENTS DE BASE DES DONNÉES

- Etablissement de chroniques de pluies, débits et variables climatologiques classiques ;
- Amélioration de la chaîne de récolte et de traitement des mesures pluviographiques ;
- Mesures d'humidité du sol ;
- Essais de nouveaux matériels de mesure, en particulier de codeurs ;
- Méthodes en matière de traitement de base des données et chaînes de programmes automatiques.

2.2. HYDROLOGIE GÉNÉRALE

- Plan-type pour études de base abordant rapidement tous les aspects habituels du cycle hydrologique ;
- Répartition spatiale des précipitations ;
- Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) d'un bassin.

2.3. INFLUENCES HUMAINES SUR LE RÉGIME ET LA QUALITÉ DES EAUX D'ÉCOULEMENT

- Influence du drainage agricole sur l'écoulement ;
- Analyse de la pollution agricole.

3. DESCRIPTION DE L'ENSEMBLE DES BASSINS (voir carte)

Situation :

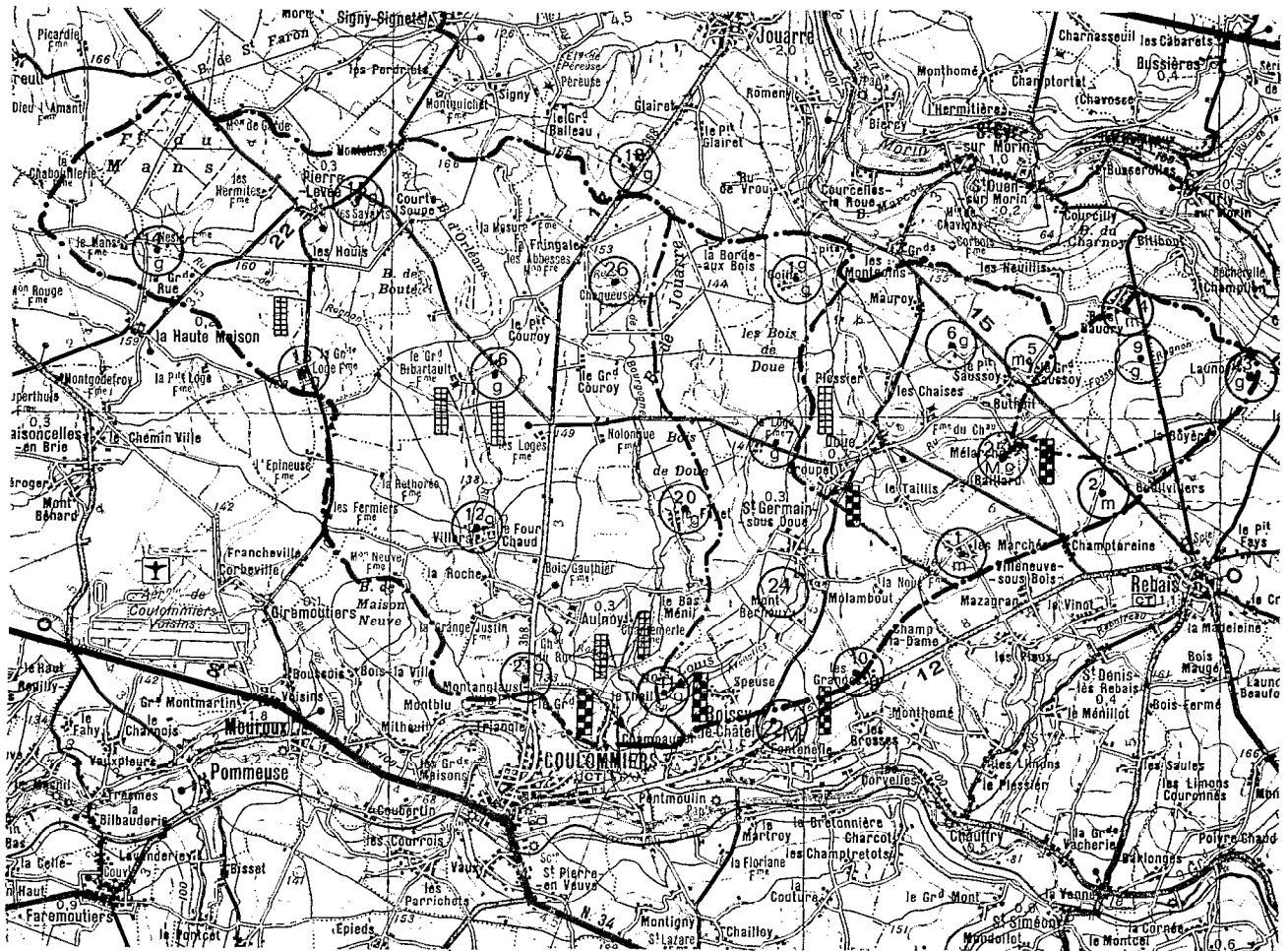
- Sous-affluent de la Marne, dans le Bassin Parisien ;
- Entre 48° 47' et 48° 55' de latitude N, 3° et 3° 15' de longitude E.

Caractéristiques physiques :

- Superficies contrôlées de : 7 - 24,7 - 45,7 - 104 km² ;
- Altitude moyenne de 150 m, bassins de plateau ;
- Pentes faibles, dénivelée spécifique (DUBREUIL) de 24 m environ ;
- Densité de drainage fortement améliorée par un réseau artificiel de drains agricoles ;
- Réseau hydrographique radial.

Pédologie, géologie :

- Terrain sédimentaire non plissé ;
- Sols à pseudo-gley, avec traces de lessivage, peu perméables ;
- Limons argileux en surface ; nappes locales à faible profondeur (lentilles calcaires ou sableuses).



LEGENDE		--- Limites du Bassin	
	Poste climatologique		Cercle de repérage
		7 : N° du poste	
		m : pluviomètre g : pluviographe M : station climat ²	
	Station hydrométrique		Station sans échelle
			avec limnigraph

Représentation du bassin de l'Orgeval
Situation au 1^{er} juin 1973

(Fond de carte I.G.N. au 1/100 000^e)

Climat :

- Subhumide tempéré à frais ;
- Température moyenne entre 10 °C et 11 °C, moyennes mensuelles variant de 3 °C à 19 °C (valeurs inter-annuelles) ;
- Pluies équiréparties dans l'année, plus intenses en été.

Utilisation des sols :

- 5% (amont) à 20% (aval) de forêt ;
- 95% (amont) à 80% (aval) de cultures et prairies ;
- zones urbaines négligeables ;
- 80% (amont) à 40% (aval) de sols drainés par drains enterrés.

Équipement :

- 4 stations hydrométriques équipées (1) ;
- 6 stations de mesure de débits d'étiages, non équipés ;
- 21 pluviographes ;
- 1 station météorologique complète (données enregistrées, pour la plupart, depuis 1962) ;
- 1 parcelle de 620 m² avec mesures de piézométrie, humidité du sol et débits drainés.

Code de macro-classification DHI :

50 - 3 - 1 - 0 - 1 - 9 - 0 - 3.

4. PRINCIPALES PUBLICATIONS

- *Bulletins Techniques du Génie Rural*, de 1968 à 1972, nos 89, 90, 92, 93, 109, 112. CTGREF, Parc de Tourvoie, 92160 Antony (France).
- « Une méthode d'estimation de l'ETR ». CTGREF et DGRST, 1973.
- Nombreuses notes, annuaires, thèses, etc. Demander la liste au CTGREF.

5. RÉSULTATS OBTENUS

5.1. DONNÉES D'OBSERVATION

Les chroniques de débits, quasi continues depuis 1962 (les lacunes ont été comblées par corrélations inter-stations) ont vu leur qualité nettement améliorée depuis 1966, date à laquelle des travaux d'aménagement de stations (seuils, déversoirs, etc.) ont essayé de remédier aux difficultés rencontrées jusqu'alors, d'ailleurs tout à fait habituelles en hydrométrie. Malgré ces améliorations, la procédure d'interpolation entre jaugeages, avec abandon correspondant de la méthode « hauteur-débit », reste nécessaire et appliquée en étiage (3 à 6 mois par an).

Les chroniques de pluies, de qualité convenable depuis 1963-1964, ont fait l'objet d'importants travaux ces dernières années pour résoudre des problèmes sur lesquels butent tous les Services : contrôle de la pluie enregistrée dans les pluviographes, courbes de tarage des pluviographes, dépouillement semi-automatique avec corrections, etc.

L'automatisation des traitements de base, menée en collaboration avec un service voisin (BETSH), se présente actuellement sous la forme d'un ensemble d'une douzaine de programmes formant 3 à 4 chaînes de traitement (hauteurs-débits, pluies, toute variable climatologique primaire ou secondaire, humidité du sol) interconnectées entre elles pour des motifs de souplesse et de sécurité. Les chroniques enregistrées sont codées (cartes) au pas de temps (PdT) variable (fichier de base d'où sont extraits les PdT fixes désirés) ; les chroniques non enregistrées sont codées au PdT journalier. L'ensemble de ces programmes et des fichiers, permettent l'édition de bilans avec un nombre de variables largement suffisant compte tenu des possibilités de mesures : précipitations, débits entrants, débits sortants, ETR, variation des réserves en eau, infiltration, erreur de fermeture du bilan.

(1) Auxquelles s'ajoute une station de contrôle sur le réseau de drainage de la parcelle expérimentale de la base de Boissy-le-Chatel, citée ci-après.

Divers essais de limnigraphes ont été menés pour proposer des améliorations. Citons en particulier l'adjonction d'enregistreur à bande témoin (graphique) pour le contrôle des limnigraphes à bande perforée. Un prototype à capteur de pression avec jauges de contrainte, électronique immergée, horloge à affichage, etc., a conduit à abandonner cette filière de mesure, sauf sur un point : le codage direct des données sur un support lisible en clair. Cette synthèse, recherchée depuis des années, peut être réalisée par un compteur imprimant, à caractère compatible avec un lecteur optique. De plus, ce compteur peut être monté sur les appareils conventionnels. Les essais, tant de l'appareil que des traitements automatiques des données ainsi récoltées, sont satisfaisants.

Un réseau dense de tubes de mesure d'humidité et de densité du sol, associé à quelques mesures pondérales (prélèvements, fosses, etc.), ont permis de mettre au point une méthode statistique simple et semi-automatique d'étalonnage d'une sonde γ -neutronique. Les variations de stocks d'eau du sol superficiel (1,5 m et 3 m) sont ainsi régulièrement mesurées.

5.2. HYDROLOGIE GÉNÉRALE

Avant d'utiliser ces informations dans des études spécialisées, il a été procédé à l'élaboration d'« études de base » abordant le plus grand nombre d'aspects du cycle de l'eau sur le bassin. Les études de base ont fait l'objet d'un plan-type utilisant des méthodes rapides à mettre en œuvre ; de ce fait, elles devraient être applicables sur tout bassin sérieusement observé, quel que soit son objectif spécialisé. Toute étude particulière ultérieure (recherche, projet, application, urgence, etc.) bénéficierait alors de ce dégrossissage qui en limiterait les tâtonnements préalables et servirait aussi de contrôle.

Si l'on se réfère à la surface de référence de 25 km², voici quelques caractéristiques du régime de l'Orgeval (valeurs interannuelles) :

- Module de l'ordre de 7 l/s.km²,
- Débits mensuels variant de 1 à 20 l/s.km²,
- Débit journalier maximal annuel de l'ordre de 120 l/s.km²,
- Débit instantané maximal annuel de l'ordre de 160 l/s.km²,
- Débit instantané maximal décennal de l'ordre de 400 l/s.km²,
- Coefficient d'écoulement annuel de l'ordre de 30% (10% en été, 50% en hiver),
- Précipitations limite d'écoulement direct variant de 1 à 3 mm en hiver à plus de 10 mm en été,
- Rendement approchant 100% pour certaines averses d'hiver tombant sur sol très saturé,
- Crues essentiellement hypodermiques (temps de montée minimal : 7 h), rarement de ruissellement pur (temps de montée : 2 h),
- Etiages très différenciés, malgré l'apparente homogénéité du bassin : DC₃₅₅ variant de 1 à 0,3 l/s.km² au-dessous du niveau imperméable et de 1 à 0,1 l/s.km² au-dessus.

L'étude de la répartition spatiale des précipitations a permis d'esquisser deux réseaux de courbes :

- Coefficient d'abattement en fonction de la surface et de la (fréquence de la) pluie locale, au PdT journalier ;
- Probabilité d'avoir une pluie locale (de fréquence) donnée en un point quelconque d'une surface S.

Il ne semble pas, quoique cela ne puisse pas encore être prouvé à cause des importants problèmes d'échantillonnage, que la densité du réseau influe sensiblement sur les résultats. Cela voudrait dire que le réseau est suffisamment dense (1 poste pour 5 km²) pour le climat du bassin. Par ailleurs, la densité de ce réseau a permis de l'utiliser en tant que contrôle des essais de radar pluviométrique menés par la Météorologie Nationale et le CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications).

Une méthode de calcul d'ETR a été mise au point pour améliorer l'écriture des bilans, nécessaire dans plusieurs cas : contrôle des données, amélioration de la fonction de rendement des modèles, etc. L'indépendance de l'estimation d'ETR par rapport à la réserve en eau du bassin (sol essentiellement) a été voulue, pour la rigueur de l'écriture du bilan. Enfin, l'utilisation exclusive des données climatologiques habituelles était une des hypothèses de travail. Cela a conduit à négliger, voire abandonner, les estimations d'ETP et à se contenter d'une approche d'ETR par le rayonnement net, les albédos étant peut être un peu forcés pour compenser les termes négligés de convection. La méthode a fait l'objet d'un programme de calcul automatique et est valable en zone subhumide homogène. Les contrôles sur bassin et parcelle ont donné de bons résultats.

5.3. INFLUENCE HUMAINE SUR LE RÉGIME ET LA QUALITÉ DES EAUX D'ÉCOULEMENT

L'influence du drainage sur l'écoulement a buté sur deux difficultés : la difficulté de cartographier le réseau de drainage à l'échelle du bassin et le manque de bassins de comparaisons non drainés. Il nous paraît cependant possible d'avancer les estimations suivantes :

- Ruissellement pur pratiquement relégué aux cas rares d'intensités fortes (moins d'une crue de ruissellement par an) ;
- Prédominance d'un écoulement de type hypodermique (infiltration quasi totale de l'eau dans le sol), à temps de réponse nettement supérieur (eau transitant par le sol superficiel, puis les drains) à celui du ruissellement pur ;

— Volume d'écoulement total peut-être supérieur, compte tenu de la diminution de l'infiltration profonde et, sans doute, de l'ETR en été (sol desséché plus précocement).

L'application d'un modèle à réservoir (CREC) à un PdT d'abord journalier, puis de 2 heures, a confirmé la prééminence de l'écoulement de type hypodermique.

Des expériences de pluies artificielles (10 mm/h) menées par le CEA (1) sur la parcelle de 620 m², de pair avec des traçage artificiels, ont montré que l'infiltration était quasi instantanée sur les 60 à 80 cm de sol, pour peu que le sol soit un peu humecté. Même dans le cas où le sol était relativement sec, l'infiltration est rapide, compte tenu de sa relative imperméabilité au sens habituel (granulométrie). Si l'effet « piston » est probable, surtout sur sol humide, la rapidité de passage des traceurs a montré qu'il y avait aussi une infiltration directe de l'eau tombée non négligeable. Dans tous les cas, les maximums de débit de drainage ont été obtenus à l'arrêt de l'arrosage (durée 1 heure environ), ce qui confirme l'extrême rapidité de la fonction de transfert.

Quoique les coefficients de restitution (de rendement) de l'eau et, surtout, des traceurs aient toujours été relativement faibles, il est à craindre que les « traceurs » que sont les fertilisants et les pesticides ne réagissent de la même manière. Des études sont en cours pour préciser ce point ; elles concernent d'abord le réseau hydrographique principal et les nappes. Selon les résultats globaux ainsi trouvés, une analyse plus fine sera effectuée sur des parcelles de quelques hectares. Grâce à la présence sur place des hydrologues depuis plus de dix ans, des liens ont été tissés avec certains exploitants agricoles du bassin et la collaboration qui en découle pourra permettre d'approcher le bilan des produits agricoles utilisés.

D'autres mesures, utilisant des traceurs naturels et effectuées sur bassin de 7 km², ont confirmé les résultats précédents et ont permis d'avancer des hypothèses concernant la part des effets « piston » et d'infiltration directe.

6. CONCLUSIONS

L'orientation des recherches et études menées sur le bassin de l'Orgeval, a presque toujours été dirigée par des besoins essentiellement pratiques : réaliser des études ou mettre au point des méthodes qui répondent aux questions d'actualité en matière d'aménagement des eaux. C'est ainsi que certains aspects parmi les plus modestes, ont eu les applications immédiates les plus fréquentes à l'intérieur et à l'extérieur du Ministère de l'Agriculture :

- Amélioration des mesures pluviométriques ;
- Méthodes générales de gestion de réseaux hydrologiques ;
- Chaîne cohérente de traitements automatiques de base des données ;
- Utilisation régionale des données récoltées ;
- Estimation des étiages de bassins peu observés ;
- Répartition spatiale des précipitations, etc.

D'autres aspects devraient faire l'objet d'applications pratiques immédiates :

- Diffusion de la chaîne des traitements de base ;
- Essais d'estimation d'ETR sur divers bassins ;
- Etudes hydrologiques de base, selon le plan mis au point, pour de nombreux bassins où les données le permettent ;
- Utilisation du codeur à ruban numérique, y compris sur les réseaux anciens à matériel conventionnel, etc.

Enfin, l'aspect le plus durable des résultats du bassin réside probablement dans le fait qu'ont été récoltées, pendant plus de dix ans, des données relatives à une zone bien caractérisée : plateau agricole à culture intensive et à drainage, en climat subhumide tempéré.

Antony, le 29 novembre 1973.

G. OBERLIN.

(1) Commissariat à l'Énergie Atomique.