Le travail mené a permis de retracer les différents processus dynamiques majeurs du bilan hydrique sur parcelle agricole, dont l'essentiel a été modélisé. Les modèles possèdent tous un niveau intéressant de robustesse physique, avec pour certains un degré d'empirisme certain et nécessaire. Au final, le modèle développé possède une robustesse intéressante, et est ouvert à des extrapolations pour de très multiples situations (climat, couvert végétal, sol), selon les objectifs du Laboratoire. Les tests de robustesse du modèle sur la campagne de mesures 1998-2000 a donné de bons résultats et a permis de cibler plusieurs pistes de recherches futures et d'améliorations.

Certains de nos travaux présentent un attrait méthodologique important. Nous avons en particulier couplé au modèle BILHYNA (à pas de temps journalier) un ensemble de modèles complémentaires permettant de traiter avec la finesse nécessaire certains processus du bilan hydrique : pluviométrie, captation, infiltration / ruissellement. L'intermédiaire indispensable était une modélisation efficace des pluies à partir des mesures horaires, ce en quoi nos modèles d'intensité gaussienne et constant donnent de très bons résultats à partir d'un paramètre de durée effective statistique des pluies horaires. Les lacunes de notre approche concernent la gestion de l'humidité du sol, qui s'avère trop simplifiée par l'approche réservoir fixant pour borne supérieure la capacité au champ. Nous montrons qu'une bonne amélioration du modèle serait obtenue en ajoutant un modèle de drainage plus performant.

Nous présentons certains résultats originaux. En particulier, la gestion de la pluie selon un modèle gaussien permet de traiter efficacement les données pluviométriques horaires, et pourrait constituer une avancée intéressante dans le domaine. La robustesse de la valeur du paramètre de durée effective horaire des pluies pourra être largement amélioré par la suite. Nous montrons aussi que la captation n'est pas négligeable pour le bilan hydrique, contrairement aux données généralement admises.

Nous avons fait un point méthodologique et pratique de l'utilisation du modèle de GREEN-AMPT, notamment l'amélioration de la description du sol (vrai multicouches), et le concept de potentiel effectif d'infiltration - tout à fait crucial pour le traitement des paramètres hydrodynamiques. Il serait intéressant de tester le modèle face à l'équation de RICHARDS, ce qui constitue un volet de travail à part entière que nous n'avions pas les moyens de traiter dans l'immédiat.

Nous avons été confrontés aux difficultés qui persistent dans les domaines les plus difficiles de notre sujet, et tout particulièrement celles liées à l'infiltration : modélisation de la croûte de battance (caractéristiques, impacts sur l'infiltration, évolution temporelle), variabilité temporelle et spatiale des paramètres hydrodynamiques. Nous avons pour traiter ces points-ci utilisé les données qui semblaient les plus robustes tout en demeurant assez simples. Nos résultats semblent indiquer que la croûte de battance, modélisée à travers un terme de résistance hydraulique équivalente, n'explique pas entièrement la faiblesse de la valeur effective de la conductivité hydraulique « à saturation » du sol par rapport aux valeurs mesurées à saturation vraie (potentiel hydrique nul). Il paraît clair que les mécanismes sont encore mal expliqués. Le paramètre de potentiel hydrique effectif d'infiltration semblait le seul permettant des résultats cohérents avec le modèle de GREEN-AMPT. Les recherches futures de la communauté scientifique ne manqueront pas d'améliorer ce volet épineux.

Le modèle proposé d'évolution de la résistance de la croûte, non directement validé, devrait également être testé contre des mesures.

La modélisation du déplacement de la lame d'eau de ruissellement sur la parcelle n'a pas été développée, ni l'effet des passages de roues. Ces points devraient être mis en place dans le futur, car ils constituent les intermédiaires indispensables à l'atteinte d'un modèle réellement complet.

La mesure de l'humidité du sol s'est avérée difficile, avec une importante divergence des résultats entre les techniques TDR et de gravimétrie. Ce point, que nous avons corrigé en recalant

les données TDR par rapport à la gravimétrie, laisse une certaine incertitude dans le travail de test du modèle. Malgré tout, les résultats paraissent satisfaisants. De manière pratique, nous préconisons d'accompagner systématiquement les mesures TDR de mesures de gravimétrie (afin de pouvoir procéder à une calibration des premières), de régler les effets de la carte de multiplexage sur chaque voie de mesure (cf. notice constructeur), éventuellement de disposer un appareillage de mesure de la température de l'appareillage électronique TDR - boîtier de mesure et multiplexeur - pour correction de l'effet de la température. Nous pensons qu'il serait fort intéressant de procéder à une étude complète de la mesure TDR en chambre climatisée sur des échantillons de caractéristiques connues du sol de Grignon, afin de fournir les réponses précises à la question de la déviation par rapport aux mesures de gravimétrie. L'emploi d'une troisième technique complémentaire pourrait s'avérer utile (par exemple les sondes à neutrons - voir notamment PERSONNE, 1995).

Finalement, notre travail répond surtout à des questions méthodologiques (traitement précis des pluies au sein d'un modèle simple de bilan hydrique, utilisation de l'équation de GREEN-AMPT en multicouches vrai), fondamentales (estimation de la valeur de processus généralement négligés sur parcelle agricole : captation, ruissellement) et participe pleinement au développement du modèle de bilan hydrique BILHYNA vers les finalités prévues par le Laboratoire (« validation » du modèle, projet d'amélioration du bilan de nappes phréatiques, support d'enseignement).