Assimilation de données pour la prévision des crues

G.M. Saulnier[1], W. Castaing[2]

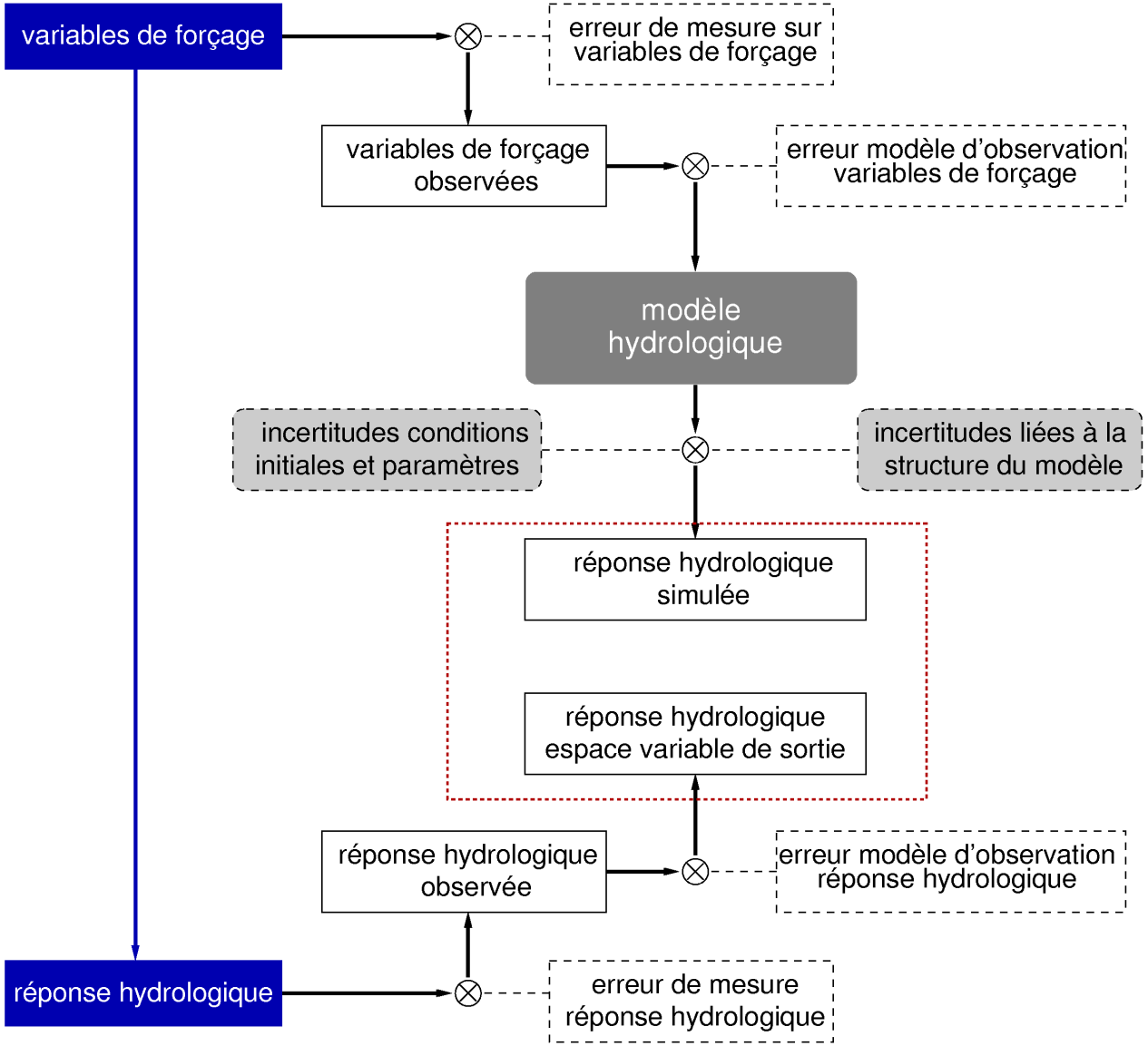
[1] Laboratoire EDYTEM (UMR 5204, CNRS, Université de Savoie)

[2] TENEVIA (http://www.tenevia.com)

Principe et objectifs

Etude préliminaire par analyse de sensibilité

Expériences d'assimilation de données



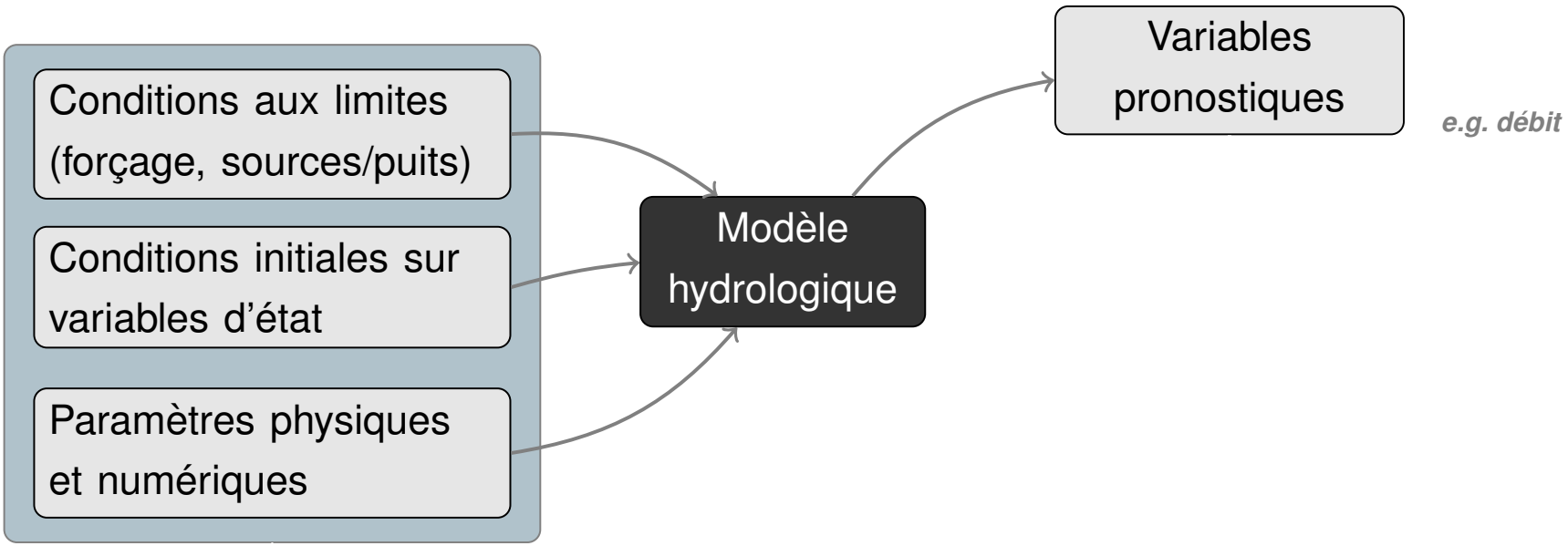
☞ Modèles imparfaits contraints et forcés par des données incertaines

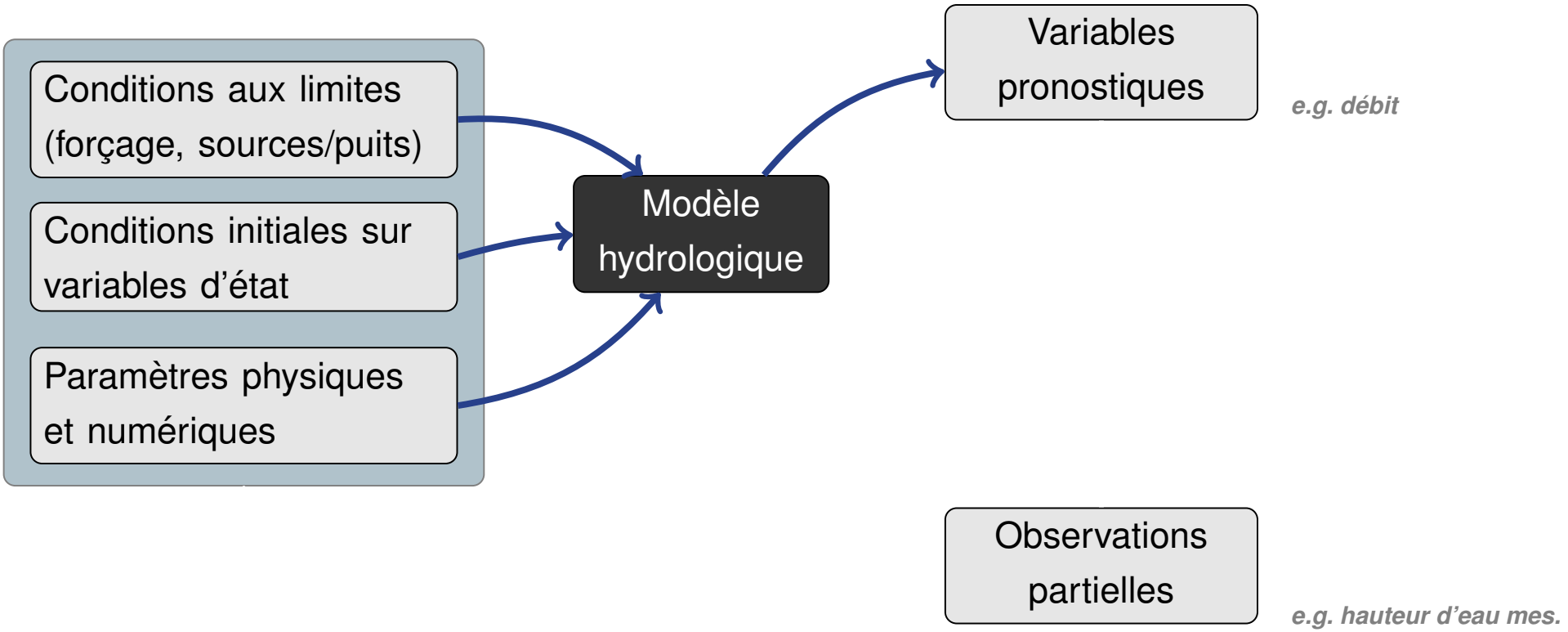
Problématique prévision des crues

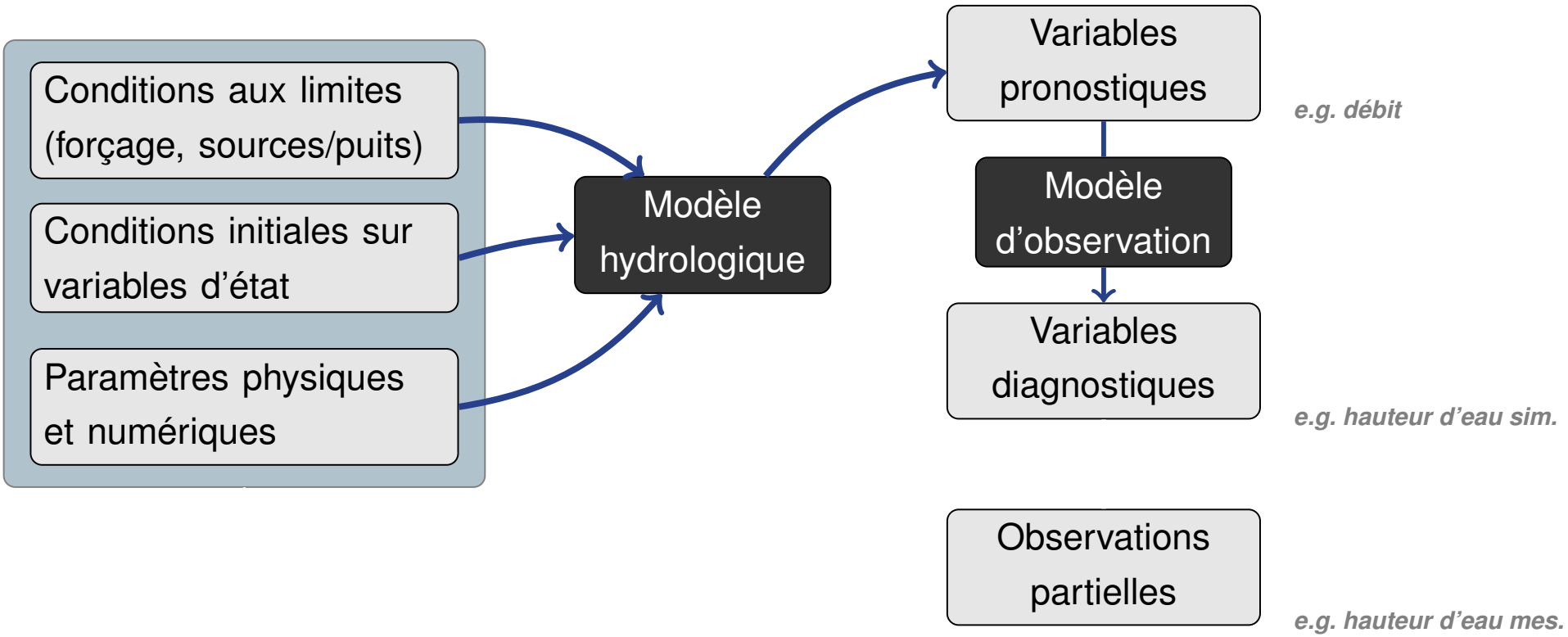
- Propagation et interaction des différentes sources d'incertitude (forçage, conditions initiales, paramètres et structure)
- Écart demeurant entre réponse hydrologique simulée et observée même après calibration du modèle

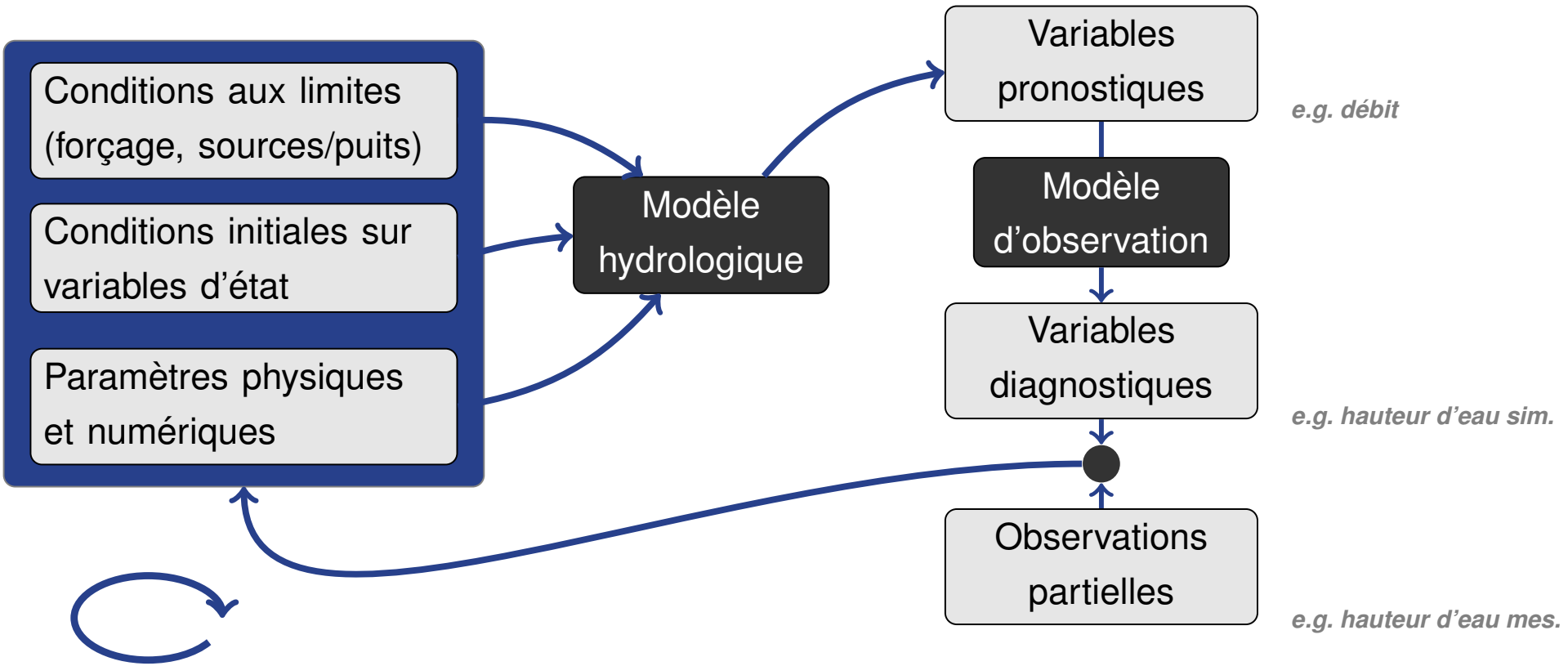
Apport potentiel

- Mise à jour régulière de certains facteurs d'entrée de la modélisation (à déterminer) afin de réduire l'écart aux observations caractérisant la dynamique du système


Conditions aux limites (forçage, sources/puits)
Conditions initiales sur variables d'état
Paramètres physiques et numériques
Modèle hydrologique
Variables pronostiques
e.g. débit


Conditions aux limites (forçage, sources/puits)
Conditions initiales sur variables d'état
Paramètres physiques et numériques
Modèle hydrologique
Variables pronostiques
e.g. débit
Observations partielles
e.g. hauteur d'eau mes.


Conditions aux limites (forçage, sources/puits)
Conditions initiales sur variables d'état
Paramètres physiques et numériques
Modèle hydrologique
Variables pronostiques
e.g. débit
Modèle d'observation
Variables diagnostiques
e.g. hauteur d'eau sim.
Observations partielles
e.g. hauteur d'eau mes.



☞ **Assimilation de données** : utilisation des observations disponibles afin d'ajuster les facteurs d'entrée incertains

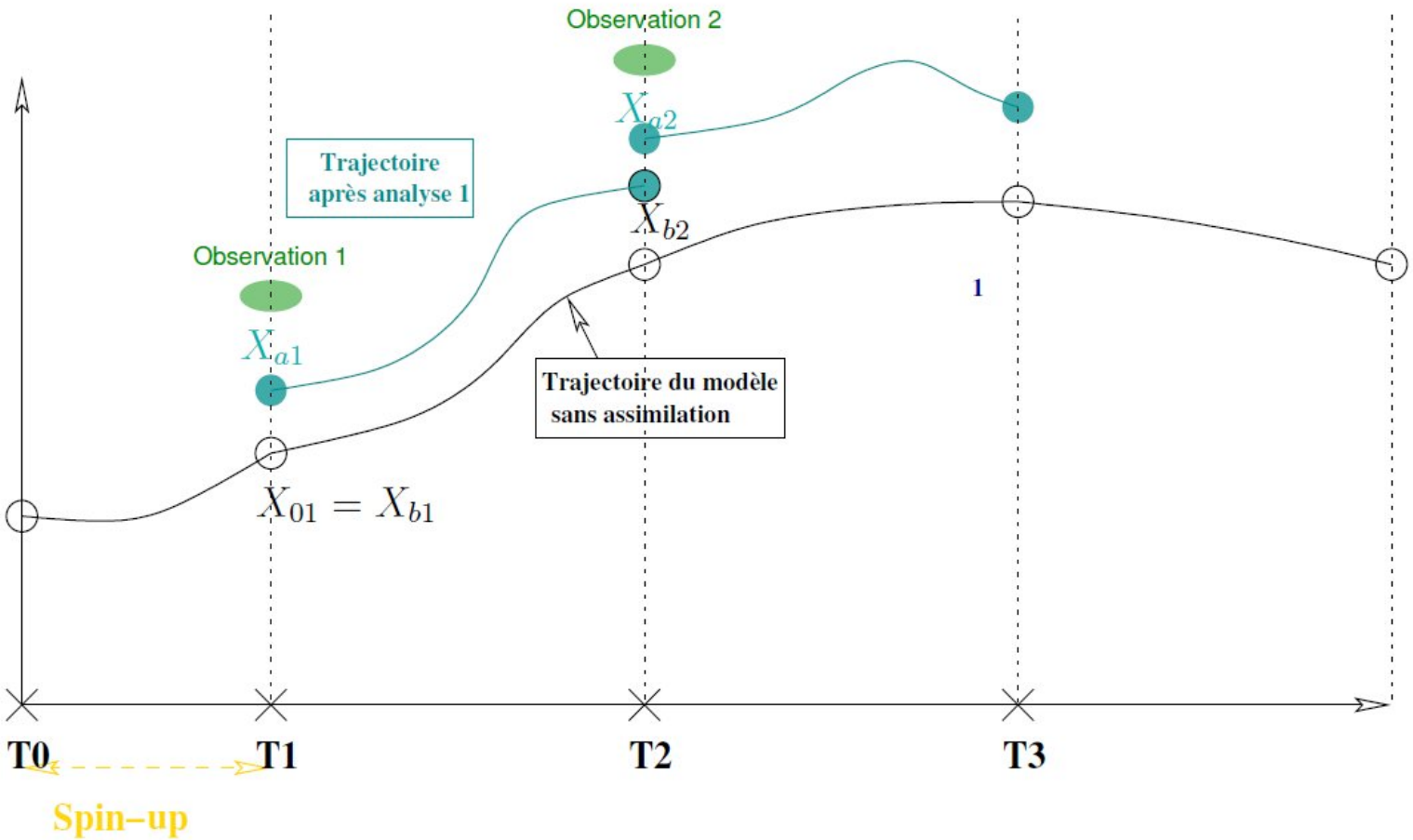


FIG. 1 : Approche séquentielle

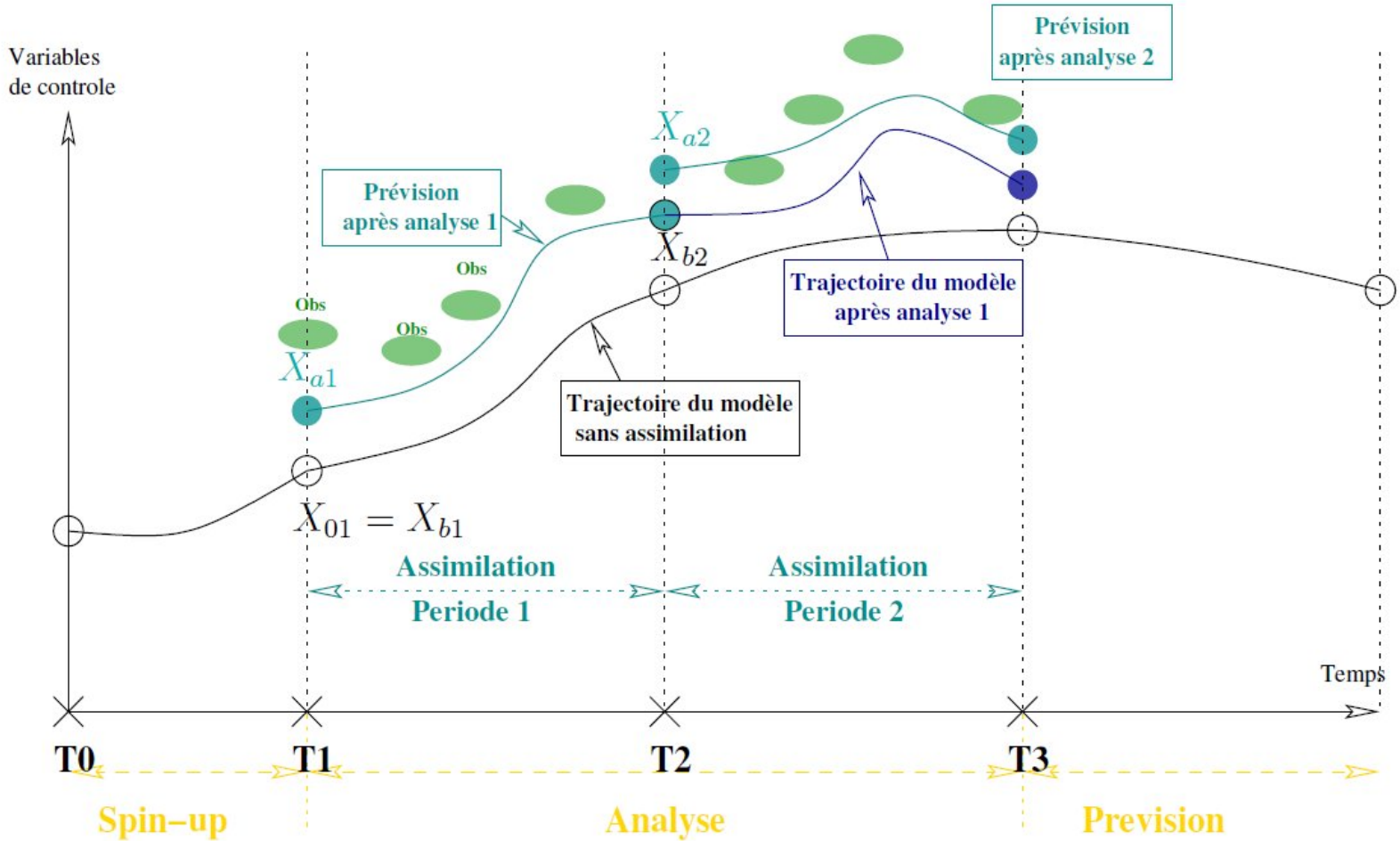


FIG. 2 : Approche variationnelle

Contexte opérationnel

- Observations disponibles le plus souvent réduites aux hauteurs d'eau observées
- Donnée intégratrice du fonctionnement du bassin versant (i.e. intégration spatio-temporelle)
- Importante incertitude sur l'extrapolation des courbes de tarage
- Nécessite de corriger les erreurs de phase et d'amplitude

Contexte opérationnel

- Observations disponibles le plus souvent réduites aux hauteurs d'eau observées
- Donnée intégratrice du fonctionnement du bassin versant (i.e. intégration spatio-temporelle)
- Importante incertitude sur l'extrapolation des courbes de tarage
- Nécessite de corriger les erreurs de phase et d'amplitude

Variable(s) de contrôle à estimer ?

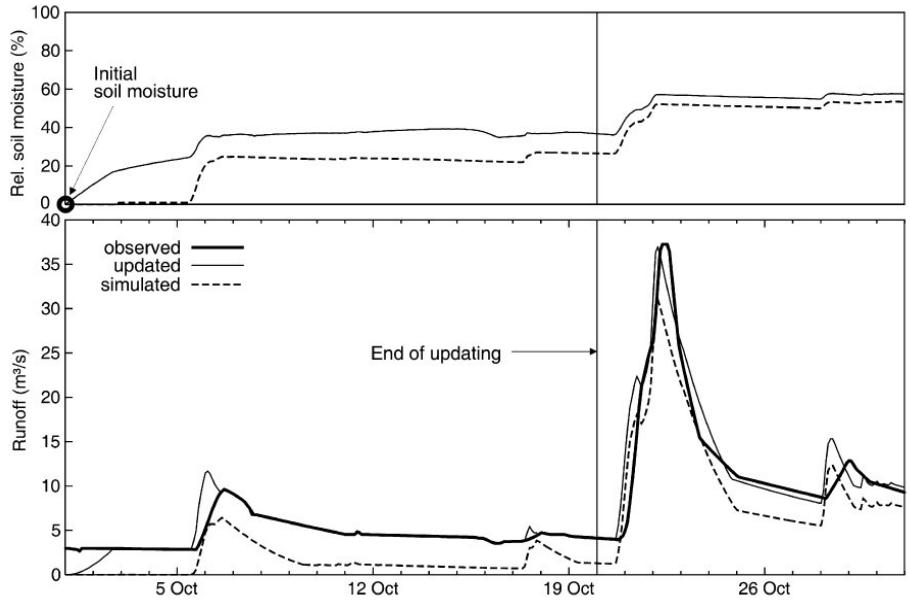


FIG. 3 : Correction état hydrique sous-estimé

Contexte opérationnel

- Observations disponibles le plus souvent réduites aux hauteurs d'eau observées
- Donnée intégratrice du fonctionnement du bassin versant (i.e. intégration spatio-temporelle)
- Importante incertitude sur l'extrapolation des courbes de tarage
- Nécessite de corriger les erreurs de phase et d'amplitude

Variable(s) de contrôle à estimer ?

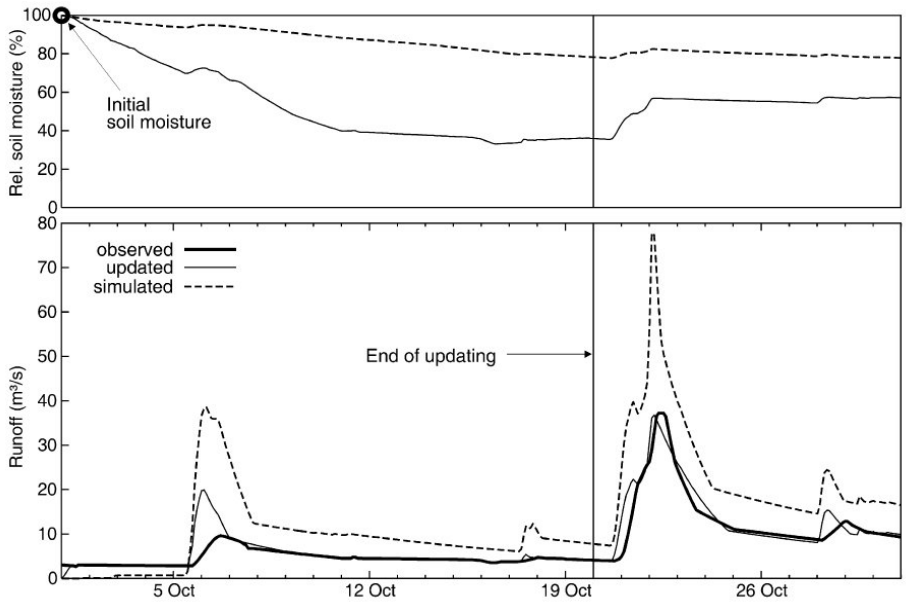


FIG. 3 : Correction état hydrique sur-estimé

Technique d'assimilation ?

Contexte opérationnel

- Observations disponibles le plus souvent réduites aux hauteurs d'eau observées
- Donnée intégratrice du fonctionnement du bassin versant (i.e. intégration spatio-temporelle)
- Importante incertitude sur l'extrapolation des courbes de tarage
- Nécessite de corriger les erreurs de phase et d'amplitude

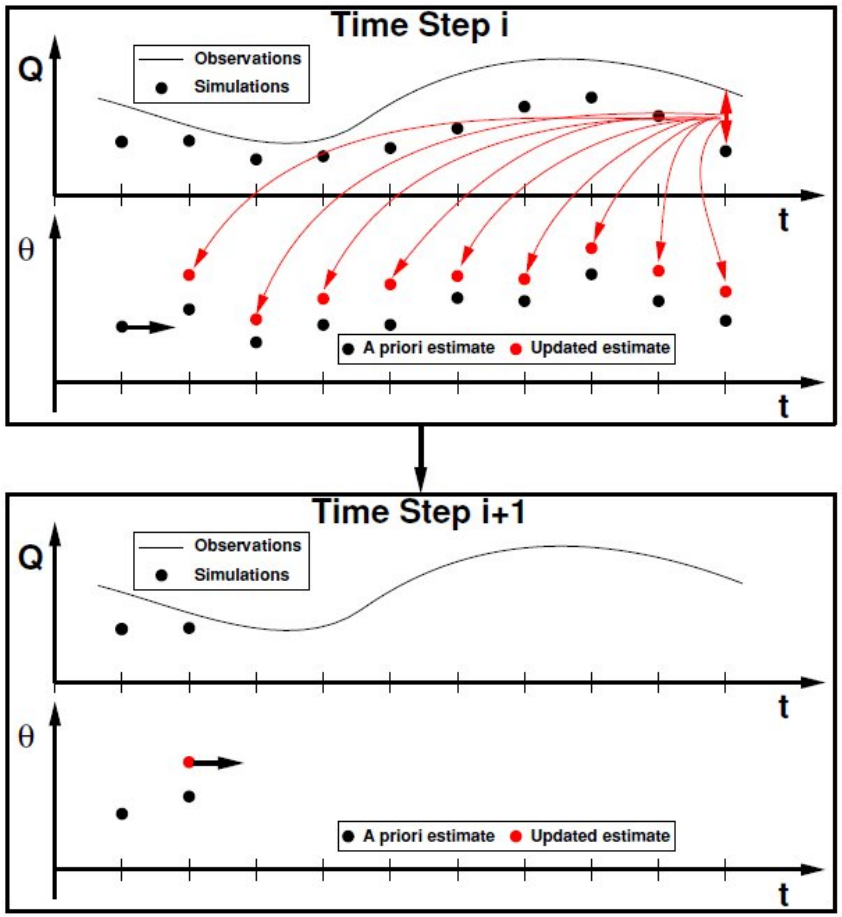


FIG. 3 : Filtrage retrospectif

Contexte opérationnel

- Observations disponibles le plus souvent réduites aux hauteurs d'eau observées
- Donnée intégratrice du fonctionnement du bassin versant (i.e. intégration spatio-temporelle)
- Importante incertitude sur l'extrapolation des courbes de tarage
- Nécessite de corriger les erreurs de phase et d'amplitude

Technique d'assimilation ?

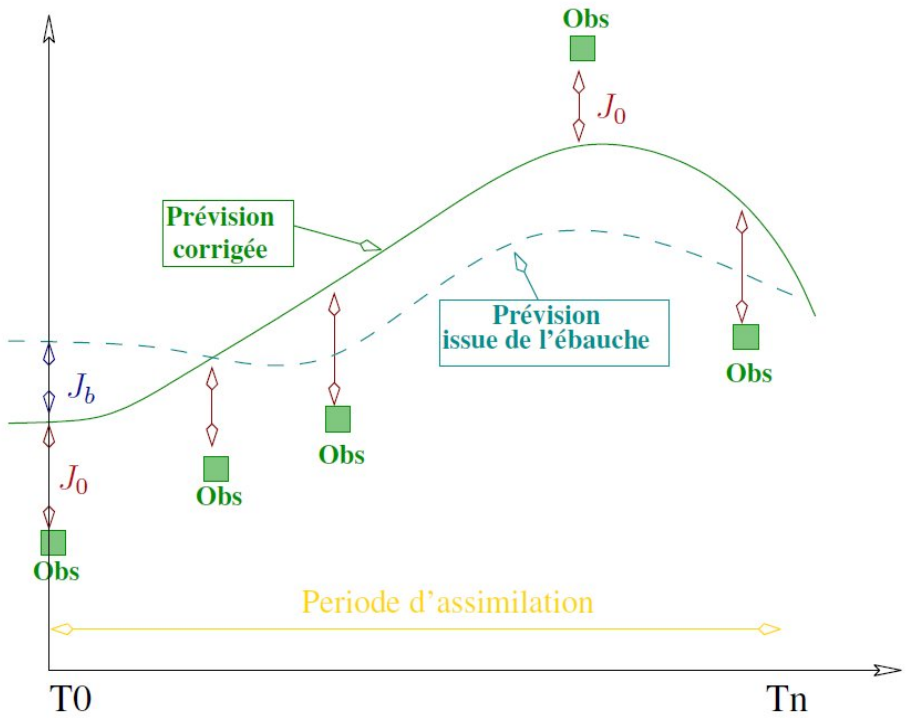


FIG. 3 : Lissage par approche variationnelle

Principe et objectifs

Etude préliminaire par analyse de sensibilité

Expériences d'assimilation de données

Modes de compensation des incertitudes

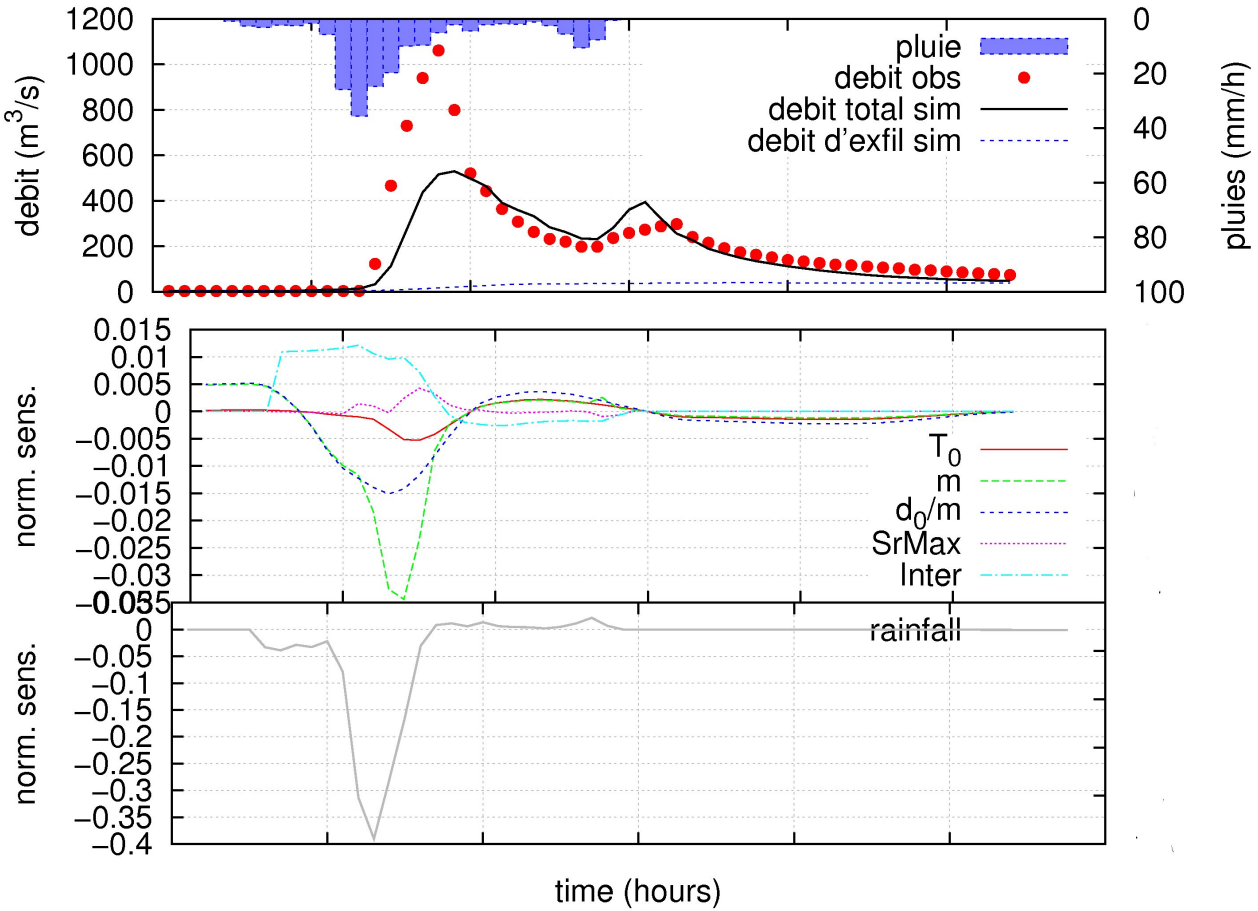


FIG. 4 : Décomposition temporelle des paramètres et forçage

Principe et objectifs

Etude préliminaire par analyse de sensibilité

Expériences d'assimilation de données

Choix des variables de contrôle

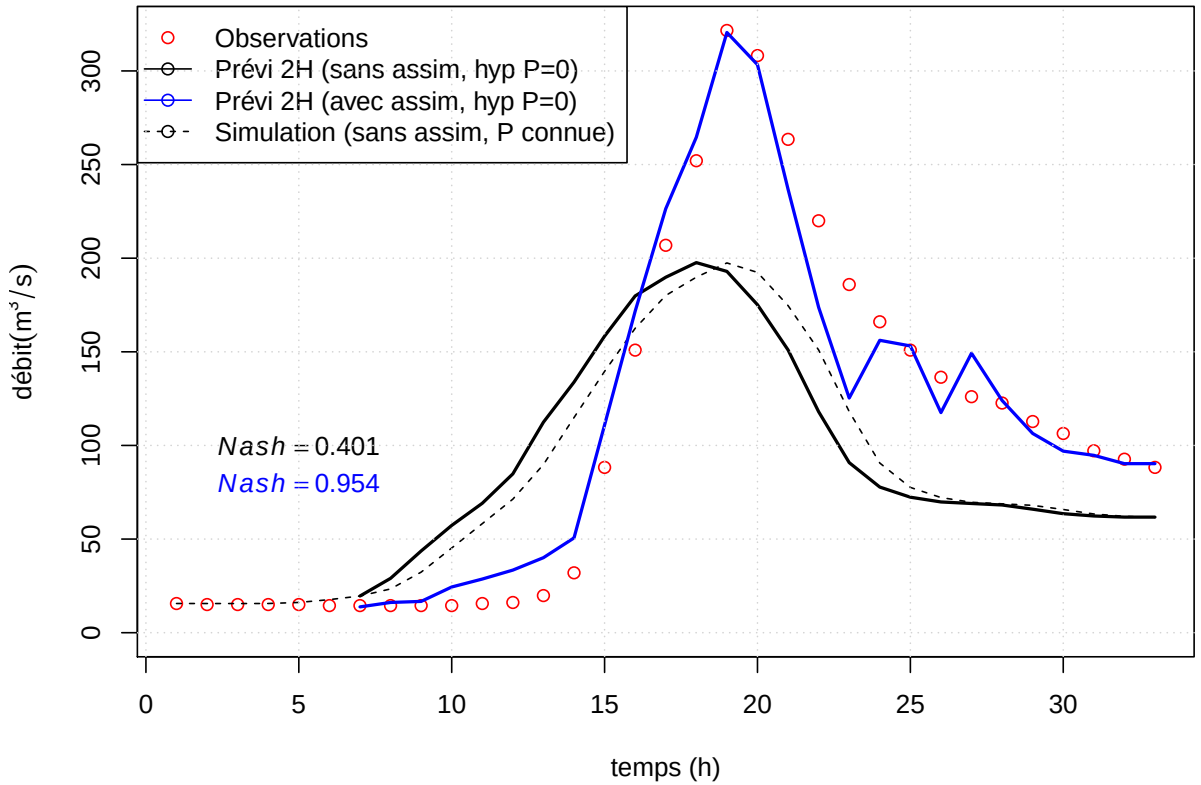


FIG. 5 : Mise à jour du déficit moyen

Choix des variables de contrôle

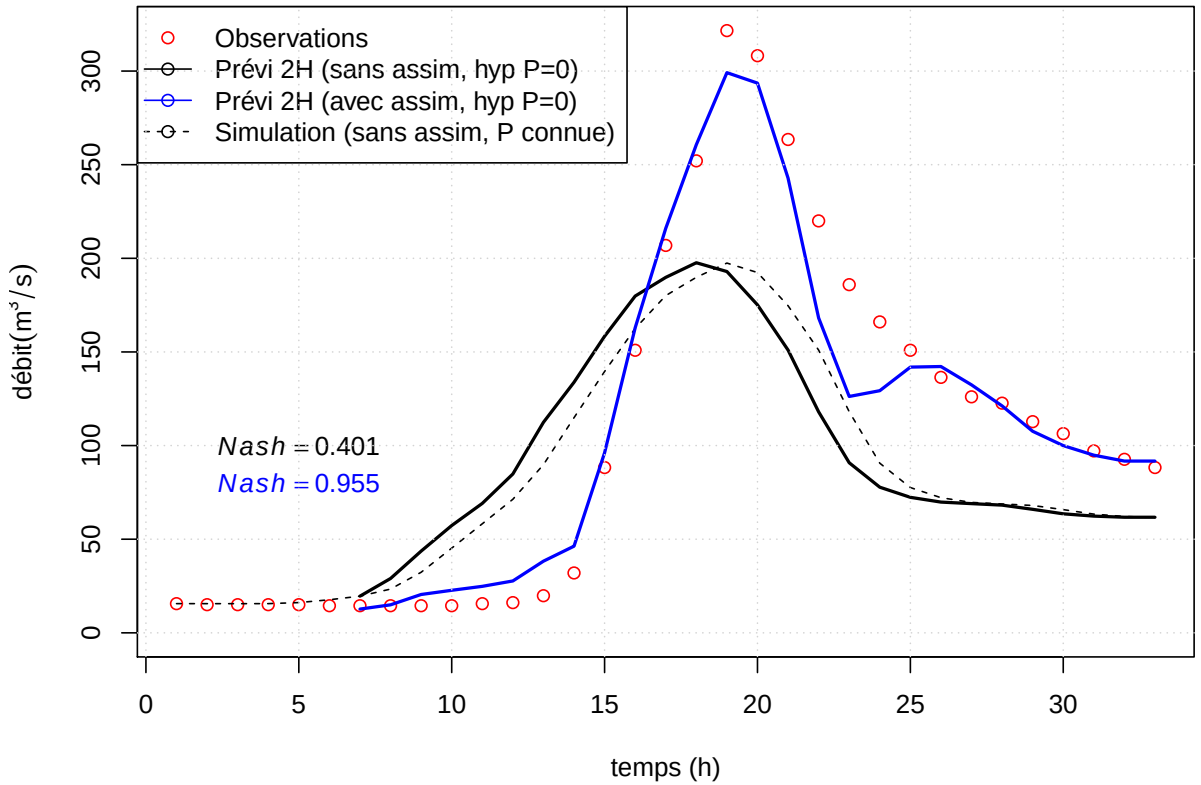


FIG. 6 : Mise à jour des paramètres

Choix des variables de contrôle

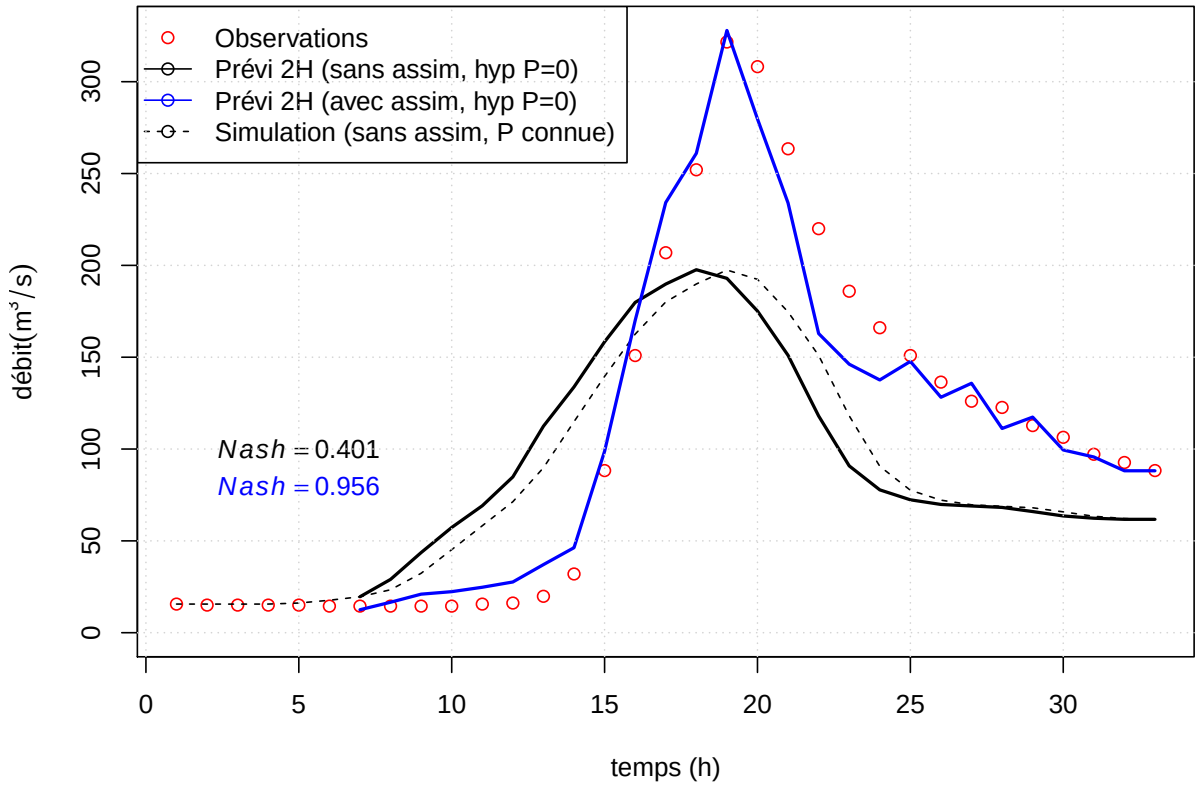


FIG. 7 : Mise à jour du déficit moyen et des paramètres

Choix des variables de contrôle

Remarques générales

- ajuster uniquement le déficit moyen permet déjà d'avoir de bons résultats
- modifier uniquement les paramètres n'est souvent pas suffisant
- l'ajustement de l'ensemble des variables de contrôle permet d'avoir les meilleures performances

Choix de la durée de la fenêtre d'assimilation

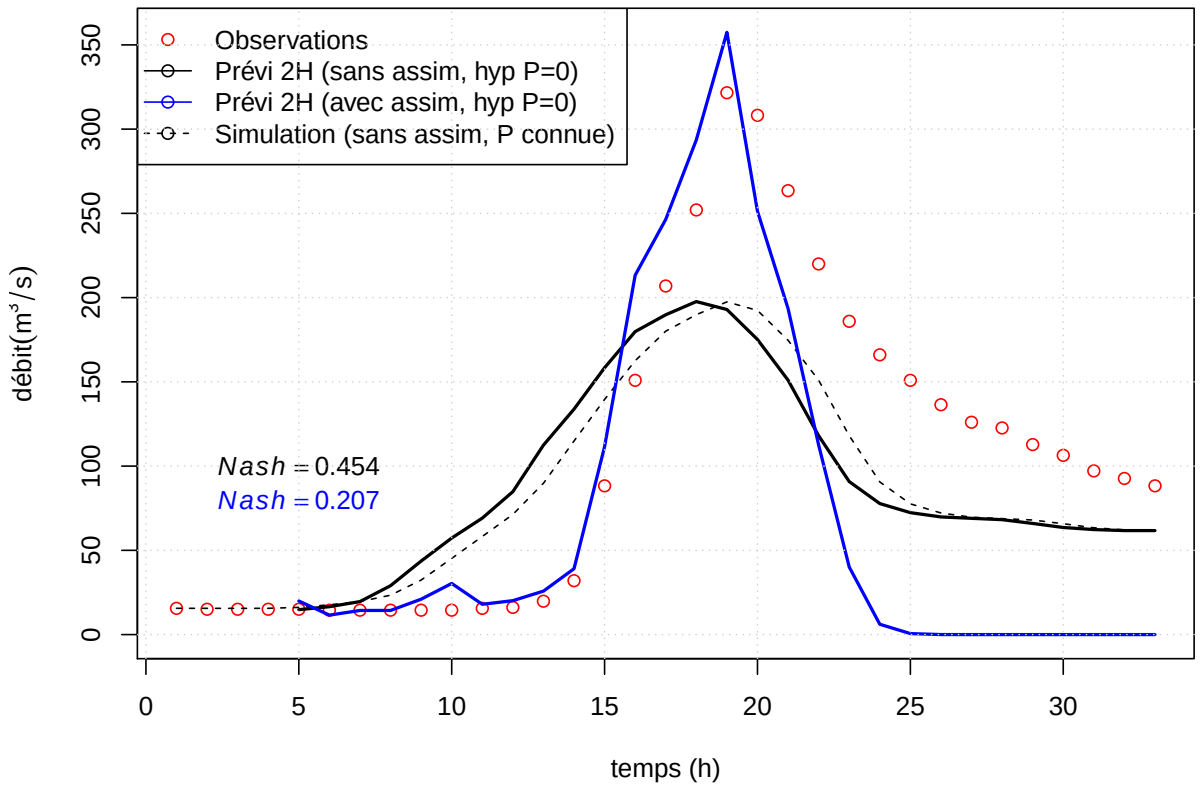


FIG. 8 : Fenêtre d'assimilation de 3 heures

Choix de la durée de la fenêtre d'assimilation

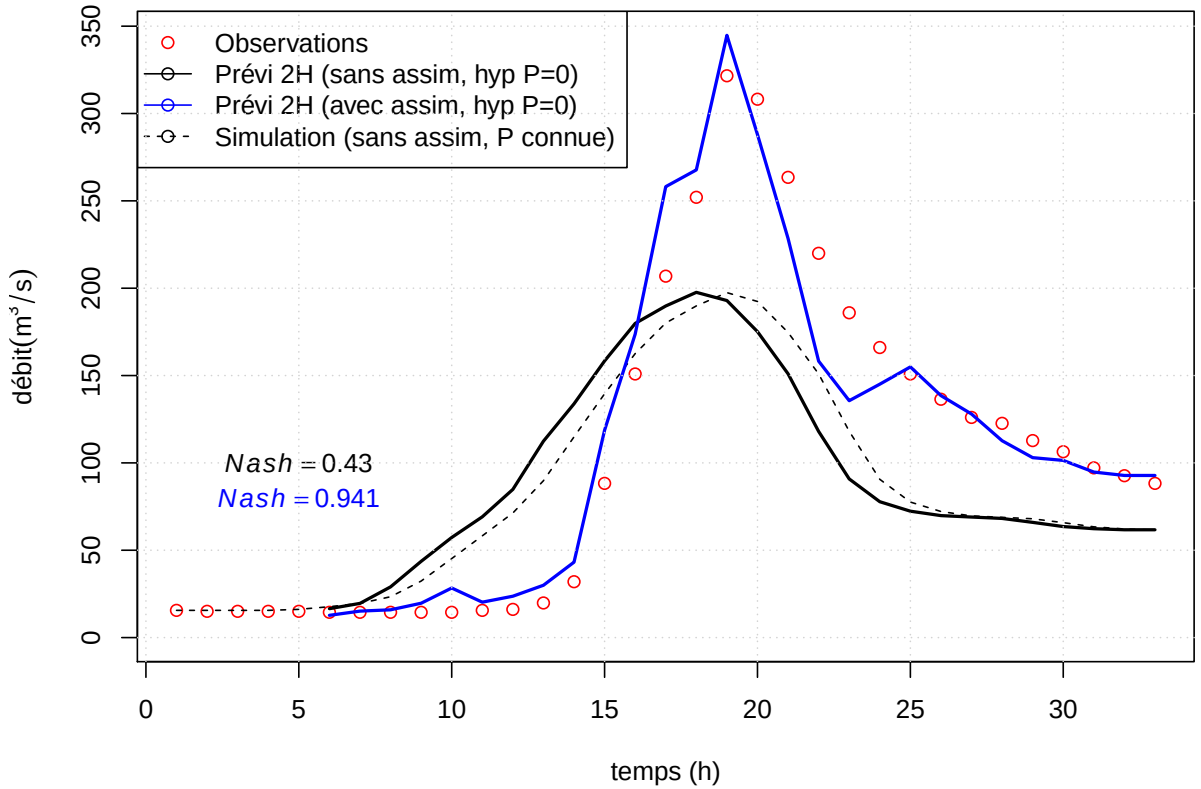


FIG. 9 : Fenêtre d'assimilation de 4 heures

Choix de la durée de la fenêtre d'assimilation

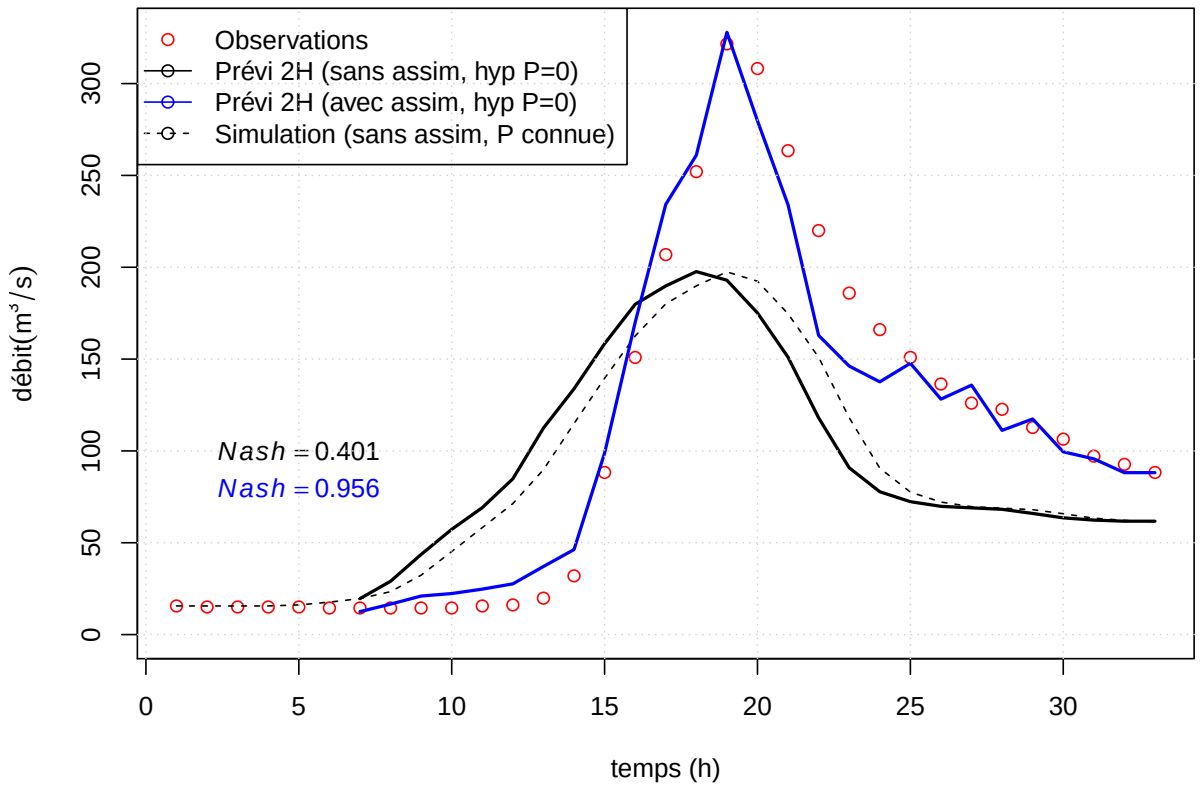


FIG. 10 : Fenêtre d'assimilation de 5 heures

Choix de la durée de la fenêtre d'assimilation

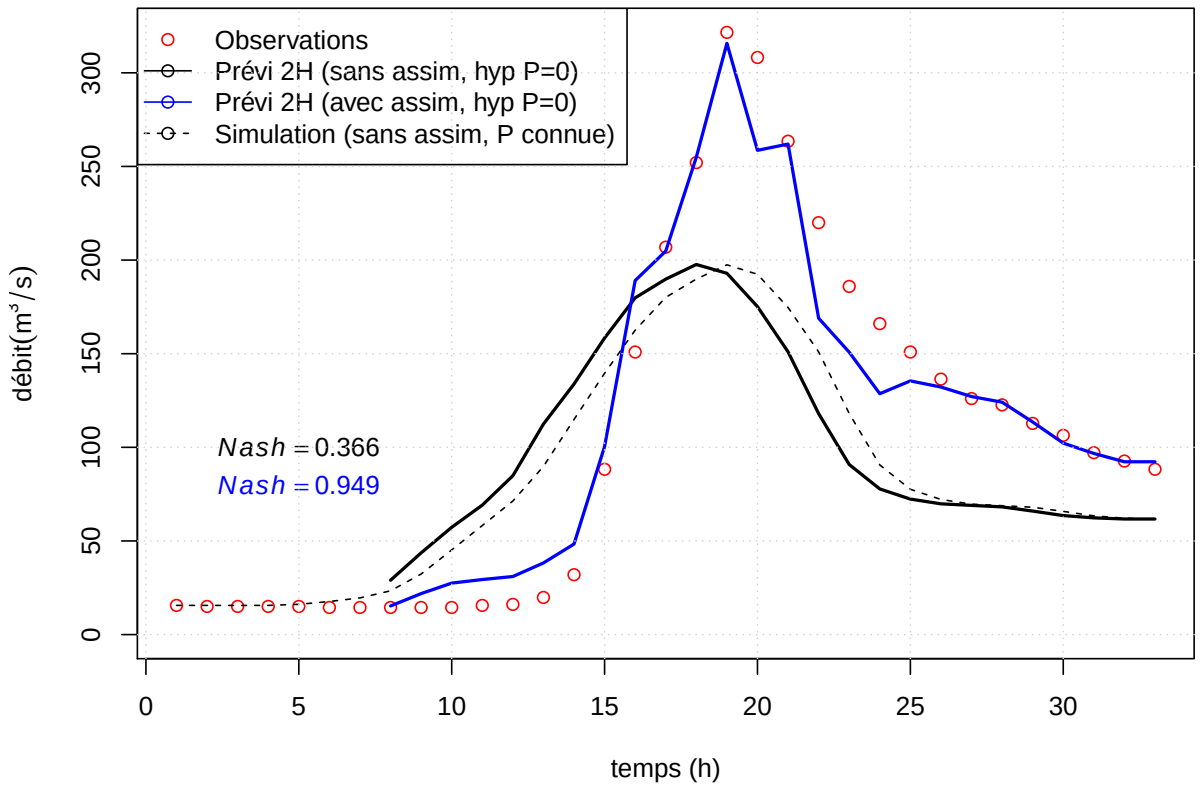


FIG. 11 : Fenêtre d'assimilation de 6 heures

Choix de la durée de la fenêtre d'assimilation

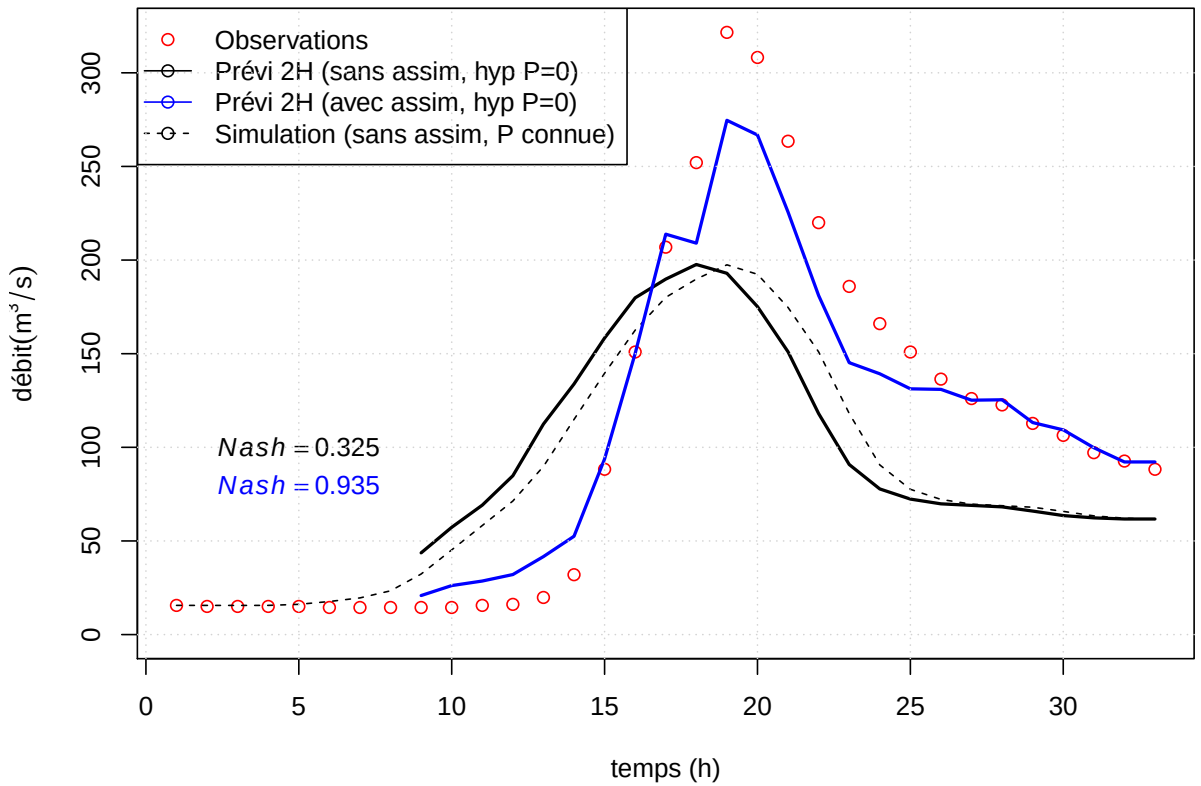


FIG. 12 : Fenêtre d'assimilation de 7 heures

Choix de la durée de la fenêtre d'assimilation

Remarque générale

- la durée optimale correspond au temps de réponse du bassin versant

Configuration optimale

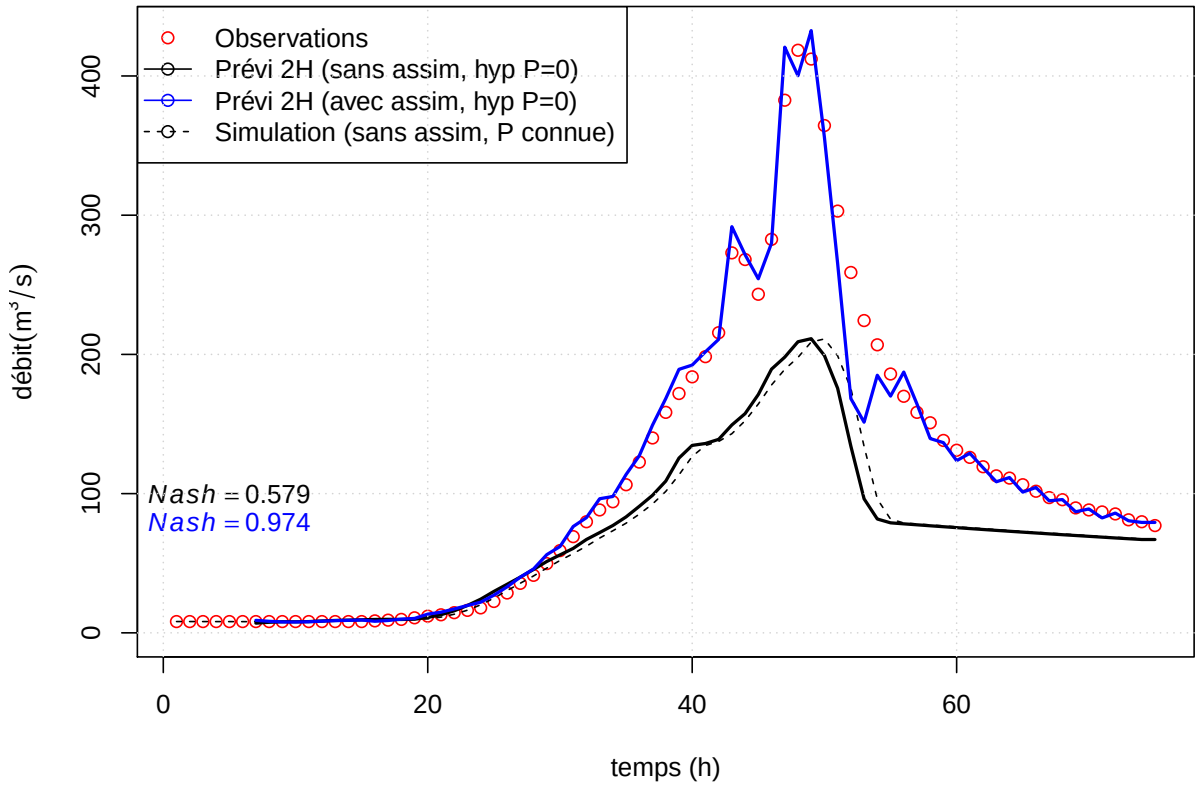


FIG. 13 : Performances de la mise à jour des variables de contrôle

Configuration optimale

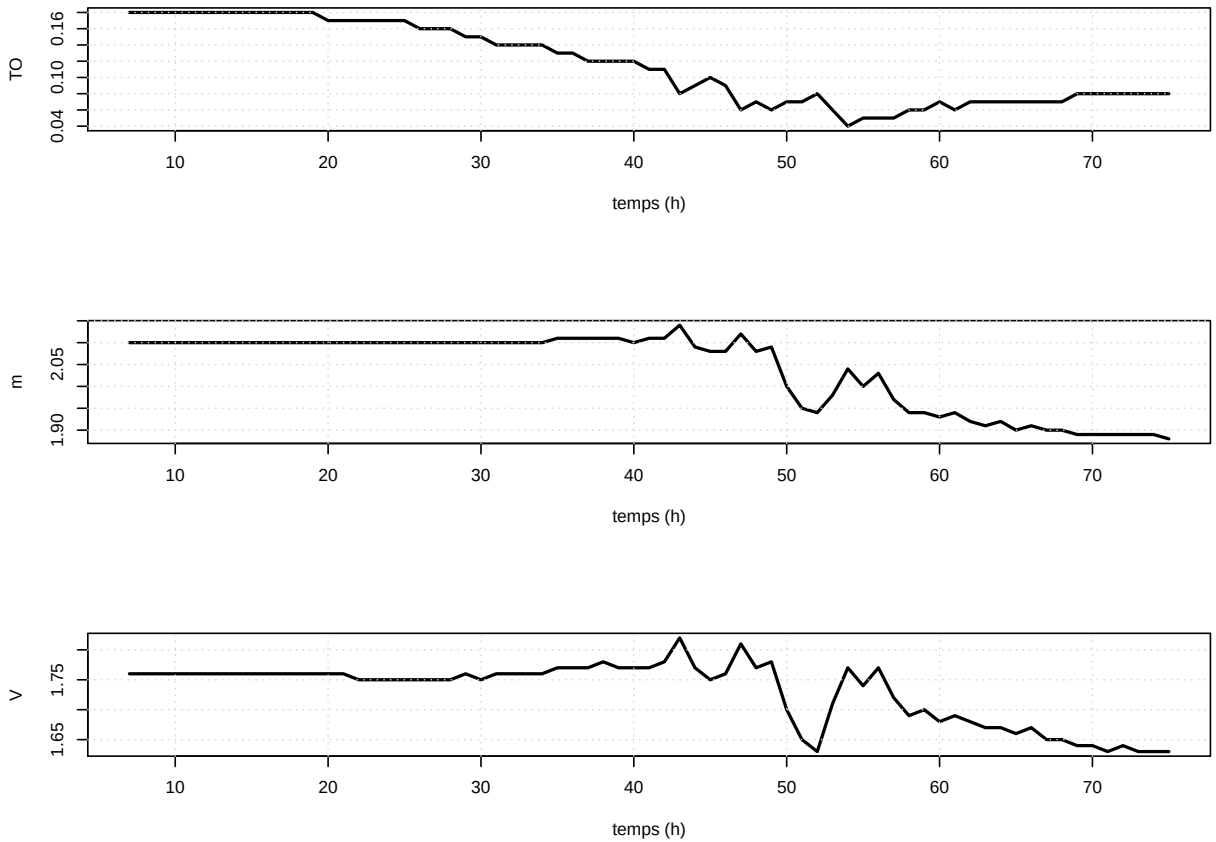


FIG. 14 : Evolution temporelle des paramètres ajustés

Influence de l'horizon de prévision

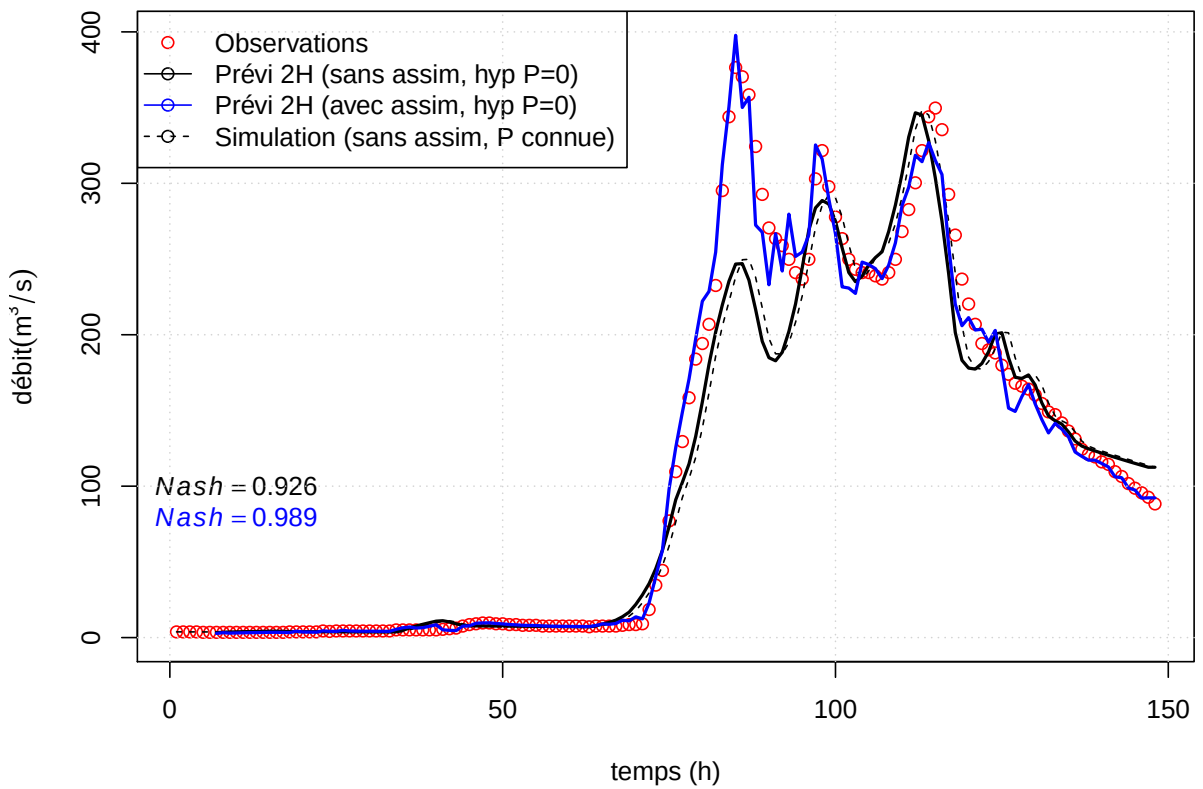


FIG. 15 : Prévision à 2 heures avec assimilation

Influence de l'horizon de prévision

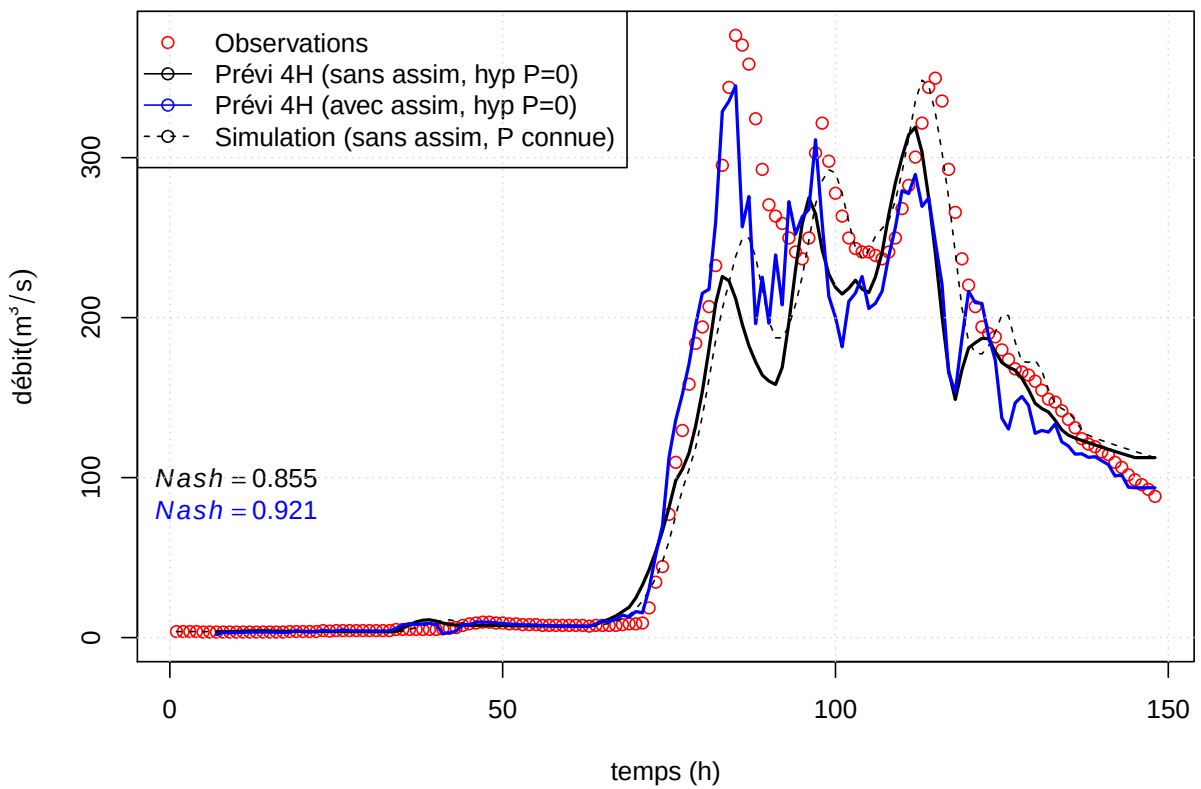


FIG. 16 : Prévision à 4 heures avec assimilation

Influence de l'horizon de prévision

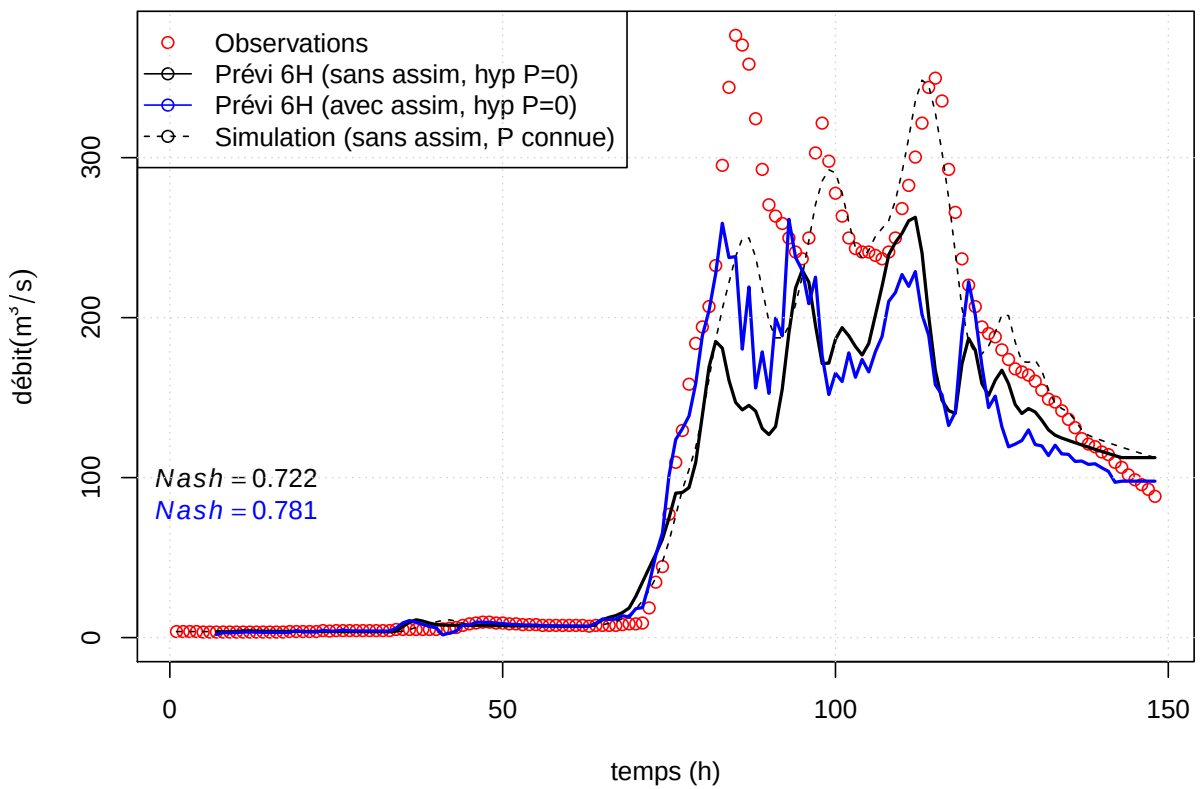


FIG. 17 : Prévision à 6 heures avec assimilation

Conclusions et perspectives

- La mise à jour des variables de controle en cours d'événement permet une prévision de très bonne qualité.
- Les résultats obtenus plaident également pour une plus grande utilisation de modèles continus et non événementiels pour la prévision hydrologique.
- La principale limitation reste la prévision des pluies pour des horizons de prévision au delà du temps de réponse du bassin.
- La chaine modèle + assimilation est très rapide (tps de calcul). Prévision d'ensemble facilitée (assimilation différentes réalisations des courbes de tarage, différentes réalisations des pluies prévues (méso-échelle, ARN))