

**Nom – Prénom : STRATULAT Sorin**  
**Laboratoire de rattachement : LORIA**  
**Diplôme HDR Informatique**  
**Titre de l’HDR : Noetherian Induction for Computer-Assisted First-Order Reasoning**

**Abstract (français)**

Le principe de la récurrence noethérienne est un des plus généraux principes du raisonnement formel. Dans le cadre du raisonnement de premier ordre, nous proposons une classification de ses instances pouvant être partagées en instances basées sur des termes et des formules. Nous donnons un aperçu du raisonnement par récurrence noethérienne basé sur des termes et des formules, et établissons des relations entre eux. Nous montrons que toute preuve intégrant du raisonnement par récurrence noethérienne basée sur des termes peut être convertie en une preuve dont le raisonnement par récurrence est basé sur des formules. La question de la conversion dans l’autre direction reste ouverte. Pourtant, nous identifions certaines classes de preuves par récurrence noethérienne basée sur des formules qui peuvent être traduites en des preuves dont le raisonnement par récurrence est basé sur des termes. Nous établissons des liens entre le raisonnement noethérien basé sur des formules et d’autres types de raisonnement formel de premier ordre, comme le raisonnement par récurrence cyclique pour la logique de premier ordre avec des définitions inductives (FOLID) et le raisonnement basé sur la saturation. Nous avons mis au point des méthodologies pour certifier le raisonnement noethérien basé sur des formules et le raisonnement cyclique pour FOLID en utilisant l’assistant de preuve Coq.

Les forces et les limites de nos résultats ont été illustrées par des exemples, des études de cas non-triviaux et des expériences informatiques. Les développements logiciels les plus importants sont une nouvelle version du prouveur SPIKE ainsi que E-Cyclist, l’extension du prouveur Cyclist avec une nouvelle méthode de vérification de la correction de ses pré-preuves dans FOLID.

**Abstract (anglais)**

Noetherian induction is one of the most general induction principles used in formal reasoning. In the frame of the first-order reasoning, we propose a classification of its instances that can be split into term- and formula-based instances. We give an overview of the term- and formula-based Noetherian induction reasoning, and established relations between them. We show that every term-based Noetherian induction proof can be converted to a formula-based one. The question about the conversion in the other direction remains open. However, we identify certain classes of formula-based Noetherian induction proofs that can be translated into term-based ones. We establish connections between formula-based Noetherian reasoning and other kinds of first-order reasoning, as the cyclic induction reasoning for first-order logic with inductive definitions (FOLID) and saturation-based reasoning. Last but not least, we have devised methodologies for certifying formula-based Noetherian induction proofs and FOLID cyclic proofs using the Coq proof assistant.

The strengths and limits of our results have been illustrated by examples, non-trivial case studies and computer experiments. The most important software developments are the new version of the SPIKE prover and E-Cyclist, the extension of the FOLID prover Cyclist with a new checking method for the soundness of its pre-proofs.