

TP1 - Logique en Isabelle/HOL

1 Préambule

1.1 Mise en place de l'environnement Isabelle/HOL

- Dans une fenêtre terminal, tapez la commande : `~genet/Public/ACF/configTP`
- Dans une fenêtre Terminal, tapez `source ~/.bashrc`

1.2 Première théorie et lancement d'Isabelle/HOL

- Créez un répertoire de travail pour ACF et copiez-y le fichier `/share/m1info/ACF/TP1/tp1.thy`.
- Pour lancer Isabelle/HOL, dans une fenêtre Terminal, tapez `isabelle`.
- Dans Isabelle, chargez votre copie du fichier `tp1.thy`.

1.3 Remarque sur la syntaxe Isabelle/HOL

En Isabelle/HOL, les termes, types, formules et équations de définition de fonctions doivent être entourés de double quotes : `"`.

2 Logique propositionnelle

Avec Isabelle/HOL, complétez le fichier `tp1.thy` avec les propriétés suivantes.

Exercice 1 *Redémontrez les lois de De Morgan suivantes :*

- $A \wedge (B \vee C) \longleftrightarrow (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$
- $\neg(A \wedge B) \longleftrightarrow \neg A \vee \neg B$

Exercice 2 *Il existe en Écosse un club très fermé qui obéit aux règles suivantes :*

1. *tout membre non écossais porte des chaussettes rouges,*
2. *tout membre portant des chaussettes rouges porte un kilt,*
3. *les membres mariés ne sortent pas le dimanche,*
4. *un membre sort le dimanche si et seulement s'il est écossais,*
5. *tout membre qui porte un kilt est écossais et est marié,*
6. *tout membre écossais porte un kilt.*

Ce club peut-il accepter des membres ? Si l'on retire la première règle que cela change-t-il ?

3 Logique du premier ordre

Dans cette partie, certaines propriétés, même si elle sont vraies, ne pourront être démontré par `apply auto`. Dans ce cas, contentez-vous de vérifier qu'elles n'admettent pas de contreexemple avec `nitpick`.

Exercice 3 *Pour chaque formule, dites si elle est valide, satisfaisable ou contradictoire. Dans le cas où elle est satisfaisable ou contradictoire, proposez une hypothèse à ajouter pour la rendre valide. Dans ces formules, les opérateurs $+$, $*$, $>$ et \leq portent sur les entiers naturels.*

- $\forall x y z. x + y > x + z \longrightarrow x + x > y + z$
- $\forall x y. x + y \leq x * y$
- $\forall x y z. x > y \wedge z > 0 \longrightarrow x * z > y * z$
- $\exists x. P(f(x)) \longrightarrow \forall x. P(f(x))$

Exercice 4 *Redémontrez la commutativité et l'associativité de l'addition pour les entiers naturels. Redémontrez l'existence d'un élément neutre pour l'addition.*

Exercice 5 *Re-vérifiez si l'opérateur `append` de concaténation de listes est commutatif et associatif. Vérifiez s'il admet un élément neutre.*

Exercice 6 *Définissez et vérifiez les propriétés attendues sur les fonctions suivantes :*

- `append` et `length`
- `append` et `map`
- `List.member` et `append`

4 Bonus... pour ceux que ça intéresse

La tactique de preuve `apply auto` masque complètement les règles de déduction logiques d'Isabelle/HOL. Cependant, celles-ci sont bien utilisées par l'outil. Si cela vous intéresse, dans ce complément de TP, vous pouvez voir le fonctionnement des règles de déduction habituelles (introduction/élimination) sur des formules de logique propositionnelle (voir "Déduction Naturelle" sur Wikipédia).

Dans votre répertoire ACF, copiez les fichiers :

- `/share/m1info/ACF/TP1/tp1bis.thy`
- `/share/m1info/ACF/TP1/Defs.thy`

En vous servant des règles de déduction habituelles `impI`, `impE`, `conjI`, `conjE1`, `conjE2` ... démontrez les lemmes de la théorie `tp1bis`.