

# Set Constraint Modelling

—

Solveur de contrainte ensembliste

C. Lepinette C. Grelier R. Grelier E. Tignon

Approches exactes de résolution

Master 2 ID

Université d'Angers

Faculté des sciences

Département informatique

Février 2020



# Sommaire

- 1 Solveur
  - Implémentation
- 2 STS
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 3 SGP
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 4 Conclusion

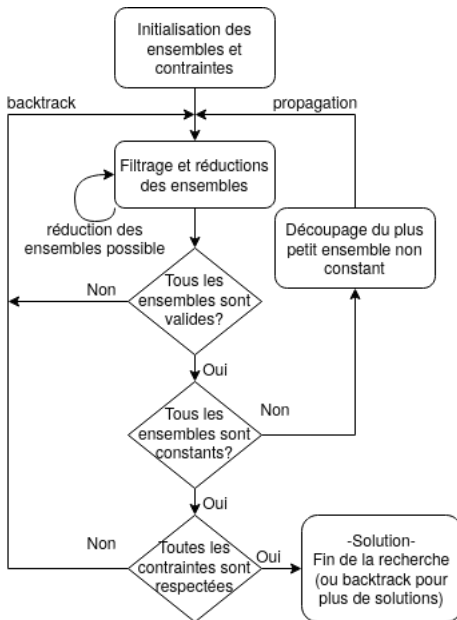
# Sommaire

- 1 Solveur
  - Implémentation
- 2 STS
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 3 SGP
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 4 Conclusion

# Solveur

## Contraintes

- Contrainte sur deux ensembles
  - ▶ *Different* :  $var1 \neq var2$
  - ▶ *Egal* :  $var1 = var2$
  - ▶ *Cardinalite* :  $|var1| = var2$  (où  $var2$  est un ensemble représentant un entier)
  - ▶ *Inclusion* :  $var1 \subset var2$
  - ▶ *Exclusion* :  $var1 \not\subset var2$
- Contraintes sur trois ensembles :
  - ▶ *Union* :  $var1 = var2 \cup var3$
  - ▶ *Intersection* :  $var1 = var2 \cap var3$
- Contraintes sur quatre ensembles :
  - ▶ *Intersection3* :  $var1 = var2 \cap var3 \cap var4$



# Sommaire

- 1 Solveur
  - Implémentation
- 2 STS
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 3 SGP
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 4 Conclusion

# Sport Tournament Scheduling

## Description

- $n$  équipes se rencontrent les unes contre les autres.
- Chaque équipe joue 1 fois par semaine
- Chaque équipe joue au maximum 2 fois par période

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	2-4	1-5	0-3
	2	0-5	3-4	1-2
	3	3-5	0-2	1-4
	4	1-3	0-4	2-5
	5	0-1	2-3	4-5

# Ensembliste

$pl_{s1,p1}$  : cases du planning,  $s$  : nombre de semaine,  $p$  : nombre de périodes

- 1 - Deux équipes par rencontre :

$$\forall s1 \in [1, s], \forall p1 \in [1, p] \quad |pl_{s1,p1}| = 2$$

- 2 - Toutes les rencontres différentes :

$$\forall s1, s2 \in [1, s]^2, \forall p1, p2 \in [1, p]^2, (s1, p1) \neq (s2, p2) \quad pl_{s1,p1} \neq pl_{s2,p2}$$

- 3 - Un match par équipe par semaine :

$$\forall s1 \in [1, s], \forall p1, p2 \in [1, p]^2, p1 \neq p2 \quad pl_{s1,p1} \cap pl_{s1,p2} = \emptyset$$

- 4 - Pas plus de deux matchs par équipe par période :

$$\forall s1, s2, s3 \in [1, s]^3, \forall p1 \in [1, p], s1 \neq s2 \neq s3 \quad pl_{s1,p1} \cap pl_{s2,p1} \cap pl_{s3,p1} = \emptyset$$



## FD

## Modèle

- 1 - Chaque match est unique.

$$\forall s1, s2 \in \text{semaines}, s1 \neq s2, \forall p1, p2 \in \text{periodes}$$

$$\text{planning}_{s1,p1,0} = \text{planning}_{s2,p2,0} \rightarrow \text{planning}_{s1,p1,1} \neq \text{planning}_{s2,p2,1}$$

$$\text{planning}_{s1,p1,0} = \text{planning}_{s2,p2,1} \rightarrow \text{planning}_{s1,p1,1} \neq \text{planning}_{s2,p2,0}$$

- 2 - Une équipe ne joue qu'une fois par semaine.

$$\forall s \in \text{semaines}, \forall p1, p2 \in \text{periodes}, \forall d1, d2 \in [0, 1], (p1, d1) \neq (p2, d2)$$

$$\text{planning}_{s,p1,d1} \neq \text{planning}_{s,p2,d2}$$

- 3 - Une équipe ne joue que deux fois par période maximum.

$$\forall s1, s2, s3 \in \text{semaines}, s1 \neq s2 \neq s3, \forall p \in \text{periodes}, \forall d1, d2, d3 \in [0, 1]$$

$$\text{planning}_{s1,p,d1} = \text{planning}_{s2,p,d2} \rightarrow \text{planning}_{s3,p,d3} \neq \text{planning}_{s2,p,d2}$$

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux - Modélisation d'un Match

$$M_{wpsn}$$

- ❶ w : semaine
- ❷ p : période
- ❸ s : slot (équipe 1 / équipe 2)
- ❹ n : numéro d'équipe

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

TABLE – Modélisation avec deux tableaux de booléens

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Au moins une équipe par slot

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \bigwedge_{s=1}^2 \bigvee_n M_{wpsn}$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Au plus une équipe par slot

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \bigwedge_{s=1}^2 \bigwedge_{n1 < n2} \neg M_{wpsn1} \vee \neg M_{wpsn2}$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Une équipe joue contre une autre équipe

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_n \neg M_{wps1n} \vee \neg M_{wps2n}$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Pas deux fois le même match dans la même période

$$\bigwedge_{w1 < w2} \bigwedge_p \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1 < n2}$$

$$(M_{w1ps1n1} \wedge M_{w1ps2n2}) \rightarrow [(\neg M_{w2ps1n1} \vee \neg M_{w2ps2n2}) \wedge (\neg M_{w2ps2n1} \vee \neg M_{w2ps1n2})]$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Pas deux fois le même match dans la même semaine

$$\bigwedge_w \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1 < n2}$$

$$(M_{wp1s1n1} \wedge M_{wp1s2n2}) \rightarrow [(\neg M_{wp2s1n1} \vee \neg M_{wp2s2n2}) \wedge (\neg M_{wp2s2n1} \vee \neg M_{wp2s1n2})]$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001



# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Pas deux fois le même match dans une semaine et une période différente

$$\bigwedge_{w1 < w2} \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1 < n2}$$

$$(M_{w1p1s1n1} \wedge M_{w1p1s2n2}) \rightarrow [(\neg M_{w2p2s1n1} \vee \neg M_{w2p2s2n2}) \wedge (\neg M_{w2p2s2n1} \vee \neg M_{w2p2s1n2})]$$

$$\bigwedge_{w1 < w2} \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1 < n2}$$

$$(M_{w2p1s1n1} \wedge M_{w2p1s2n2}) \rightarrow [(\neg M_{w1p2s1n1} \vee \neg M_{w1p2s2n2}) \wedge (\neg M_{w1p2s2n1} \vee \neg M_{w1p2s1n2})]$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Une équipe ne joue qu'une seule fois par semaine

$$\bigwedge_w \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1} M_{wp1s1n1} \rightarrow (\neg M_{wp1s2n1} \wedge \neg M_{wp2s1n1} \wedge \neg M_{wp2s2n1})$$

$$\bigwedge_w \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1} M_{wp1s2n1} \rightarrow \neg M_{wp2s1n1}$$

$$\bigwedge_w \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_{n1} M_{wp1s2n1} \rightarrow \neg M_{wp2s2n1}$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 2 tableaux

Une équipe joue au maximum deux fois par période

$$\bigwedge_{w1 < w2 < w3} \bigwedge_p \bigwedge_{s1 < s2} \bigwedge_n$$

$$[(M_{w1p1s1n} \vee M_{w1p1s2n}) \wedge (M_{w2p1s1n} \vee M_{w2p1s2n})] \rightarrow \neg (M_{w3p1s1n} \vee M_{w3p1s2n})$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# Symétries et contraintes redondantes

Les équipes dans le slot 1 on un numéro inférieur à celle dans le slot 2

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	2-4	1-5	0-3
	2	0-5	3-4	1-2
	3	3-5	0-2	1-4
	4	1-3	0-4	2-5
	5	0-1	2-3	4-5

# Symétries et contraintes redondantes

Interdiction de la dernière équipe de jouer dans le slot 1

nde = dernière équipe

s1 = slot 1

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \neg M_{wps1nde}$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# Symétries et contraintes redondantes

Si une équipe joue dans le slot 1, alors les équipes ayant un numéro inférieures ne peuvent pas jouer dans le slot 2

s1 = slot 1

s2 = slot 2

t = (nombre d'équipes -1)

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \bigwedge_{i=1}^t \bigwedge_{j=1}^{i+1} M_{wps1i} \rightarrow \neg M_{wps2j}$$

		Période					
		1		2		3	
Semaine	1	001000	000010	010000	000001	100000	000100
	2	100000	000001	000100	000010	010000	001000
	3	000100	000001	100000	001000	010000	000010
	4	010000	000100	100000	000010	001000	000001
	5	100000	010000	001000	000100	000010	000001

# SAT - Modélisation 1 - 1 tableau - Modélisation d'un Match

$$M_{wpn}$$

- ① w : semaine
- ② p : période
- ③ n : numéro d'équipe

# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011



# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

Au moins deux équipes

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \bigvee_{t_1 < t_2} M_{wpt_1} \wedge M_{wpt_2}$$

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011

# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

Au maximum deux équipes

$$\bigwedge_w \bigwedge_p \bigwedge_{t1 < t2 < t3} (M_{wpt1} \wedge M_{wpt2}) \rightarrow \neg M_{wpt3}$$

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011

# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

Une équipe joue 1 fois par semaine

$$\bigwedge_w \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_t \neg M_{wp1t} \vee \neg M_{wp2t}$$

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011

# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

Pas deux fois la même équipe par période

$$\bigwedge_{w1 < w2 < w3} \bigwedge_p \bigwedge_t \neg M_{w1pt} \vee \neg M_{w2pt} \vee \neg M_{w3pt}$$

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011

# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

Pas deux fois le même match dans une même période

$$\bigwedge_{w1 < w2} \bigwedge_p \bigwedge_{t1 < t2} (M_{wpt1} \wedge M_{wpt2}) \rightarrow \neg (M_{w2pt1} \wedge M_{w2pt2})$$

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011

# SAT - Modélisation 2 - 1 tableau

Pas deux fois le même match dans une semaine et une période différente

$$\bigwedge_{w1 < w2} \bigwedge_{p1 < p2} \bigwedge_{t1 \neq t2} (M_{wp1t1} \wedge M_{wp1t2}) \rightarrow \neg (M_{w2p2t1} \wedge M_{w2p2t2})$$

TABLE – Modélisation avec 1 tableau de booléens

		Période		
		1	2	3
Semaine	1	001010	010001	100100
	2	100001	000110	011000
	3	000101	101000	010010
	4	010100	100010	001001
	5	110000	001100	000011

# SAT - Résultats

TABLE –

	SAT Modèle 2 tableaux						SAT 1 tableau		
	symétries cassées			avec symétries			symétries cassées		
	V	C	T	V	C	T	V	C	T
6	180	8100	0.01	180	10020	0.02	90	493440	0.2
8	448	51590	0.06	448	60872	0.32			
10	900	210255	0.3	900	240690	2.67			
12	1580	651588	2.6	1580	732336	17.424			

# Ensembliste

## Cassage des symétries

La première ligne du tableau (première semaine) est la 'suite' de toutes les équipes.

- Brise plusieurs permutations sur les périodes
- Brise la permutation sur la première semaine
- Réduit le nombre de contraintes à satisfaire



# Ensembliste

## Tests

- Importance de l'ensemble à couper en premier
  - ▶ Aucun changement dans notre cas
- Importance de l'ordre des contraintes.

Contrainte	Avant	Après
<i>Cardinalite</i>	0.78s	1.9s
<i>Different</i>	1.1s	0.83s
<i>Intersection</i>	1.3s	1.16s
<i>Intersection3</i>	3.8s	1s
<i>Egal</i>	1s	1s

# Expérimentations

Nombre d'équipes	SAT Modèle 1		SAT Modèle 2		FD		Ensembliste	
Symétries Cassées	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
6	0.01s	0.02s	0.2s	-	0.1s	0.09s	0.20s	0.29s
8	0.06s	0.32s	-	-	0.39s	0.16s	0.78s	141.8s
10	0.3s	0.67s	-	-	1m8	0.4s	1h30	-
12	2.6s	17.424s	-	-	-	1.17s	-	-

# Sommaire

- 1 Solveur
  - Implémentation
- 2 STS
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 3 SGP
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 4 Conclusion

# Social Golfer Problem

## Description

- C'est des gens.
- Ils font du golf ensemble.
- Mais ils s'aiment pas trop.
- Du coup deux mecs qui ont été obligés de jouer ensemble refusent de se revoir.
- Du coup faut refaire les groupes tous les jours.

# Ensembliste

## Modèle

- 1 - Chaque joueur joue chaque semaine :

$$\forall i \in \text{semaines}, \forall g \in \text{golfeurs}$$

$$g \in \bigcup_{j \in \text{groupes}} Gr_{ij}$$

- 2 - Les joueurs ne jouent pas dans deux groupes dans la même semaine :

$$\forall i \in \text{semaines}, \forall j_1, j_2 \in \text{groupes}, j_1 \neq j_2$$

$$G_{i,j_1} \cap G_{i,j_2} = \emptyset$$

- 3 - Deux joueurs ne jouent pas deux fois dans le même groupe :

$$\forall w_1, w_2 \in \text{semaines}, w_1 \neq w_2, \forall p_1, p_2 \in \text{golfeurs}, p_1 \neq p_2,$$

$$\forall g_1, g_2 \in \text{groupes}$$

$$(p_1 \in Gr_{w_1 g_1} \wedge p_2 \in Gr_{w_1 g_1} \wedge p_1 \in Gr_{w_2 g_2}) \rightarrow p_2 \notin Gr_{w_2 g_2}$$

## FD

## Modèle

- Les groupes sont enregistrés dans des variables  $groupe_{s,g}$ , un par couple semaine/golfers.
- Plus des variables  $compt_{s,g,gr}$  expliqués plus loin.
- 1 - Si deux golfeurs sont dans le même groupe une semaine, ils seront dans des groupes différents la semaine d'après.

$$\forall s1, s2 \in semaines, s1 \neq s2, \forall g1, g2 \in golfeurs, g1 \neq g2$$

$$groupe_{s1,g1} = groupe_{s1,g2} \rightarrow groupe_{s2,g1} \neq groupe_{s2,g2}$$

## FD

## Modèle

- 2 - Tout les groupes ont le bon nombre de golfeurs.

$$\forall s \in \text{semaines}, \forall g \in \{2..nbr\_golfeur\}, \forall gr \in \text{groupe}$$
$$\text{groupe}_{1,1} = gr \rightarrow \text{compt}_{1,1,gr} = 1$$
$$\text{groupe}_{1,1} \neq gr \rightarrow \text{compt}_{1,1,gr} = 0$$
$$\text{groupe}_{s,g} = gr \rightarrow \text{compt}_{s,g,gr} = \text{compt}_{s,g-1,gr} + 1$$
$$\text{groupe}_{s,g} \neq gr \rightarrow \text{compt}_{s,g,gr} = \text{compt}_{s,g-1,gr}$$
$$\text{compt}_{s,nbr\_golfeurs,gr} = nbr\_golfeur\_par\_groupe$$

# Encodage

	semaine					
	1		2		3	
1	1	2	1	3	1	4
2	3	4	2	4	2	3

		semaine					
joueur	groupe	place		place		place	
1	1	1	0	1	0	1	0
	2	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0
	2	0	0	1	0	1	0
3	1	0	0	0	1	0	0
	2	1	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	0	0	1
	2	0	1	0	1	0	0



# SAT - joueurs

Chaque joueur joue au moins une fois par semaine quelque soit le groupe ou la position du joueur :

$$\bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{w'=1}^w \bigvee_{p'=1}^p \bigvee_{g'=1}^g G_{q'w'p'g'}$$

Chaque joueur joue au plus une fois par semaine :

$$\bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{p'=1}^p \bigwedge_{g'=1}^g \bigwedge_{p''=p'+1}^p \neg G_{q'p'g'w'} \vee \neg G_{q'p''g'w'}$$

Un joueur ne joue que dans un seul groupe par semaine :

$$\bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{p'=1}^p \bigwedge_{g'=1}^g \bigwedge_{g''=g'+1}^g \bigwedge_{p''=p'+1}^p \neg G_{q'p'g'w'} \vee \neg G_{g'p''g''w'}$$

# SAT - groupes

Au moins un joueur joue dans un groupe à une certaine position :

$$\bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{p'=1}^p \bigwedge_{g'=1}^g \bigvee_{q'=1}^q G_{q'g'p'w'}$$

Au plus un joueur joue dans un groupe à une certaine position :

$$\bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{p'=1}^p \bigwedge_{g'=1}^g \bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{q''=q'+1}^q \neg G_{q'p'g'w'} \vee \neg G_{q''p'g'w'}$$

Contrainte sociale :

$$\bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{g'=1}^g \bigwedge_{w''=w'+1}^w \bigwedge_{g''=1}^g \bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{p_1=1}^p \bigwedge_{p'_1=1}^p \bigwedge_{q''=q'+1}^q \bigwedge_{p_2=1}^p \bigwedge_{p'_2=1}^p$$

$$G_{q'p_1g'w'} \wedge G_{q''p_2g'w'} \wedge G_{q'p'_1g''w''} \rightarrow \neg G_{q''p'_2g''w''}$$

- ordonner les joueurs :

$$\bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{p'=1}^{p-1} \bigwedge_{g'=1}^g \bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{q''=q'+1}^{q'} \neg G_{q'p'g'w'} \vee \neg G_{q''p'(g'+1)w'}$$

- ordonner les groupes :

$$\bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{g'=1}^{g-1} \bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{q''=1}^{q'-1} \neg G_{q'1g'w'} \vee \neg G_{q''1(g'+1)w'}$$

- ajoute le second joueur du premier groupe pour chaque semaine :

$$\bigwedge_{q'=1}^q \bigwedge_{w'=1}^w \bigwedge_{q''=1}^{q'} \neg G_{q'21(w'+1)} \vee \neg G_{q''21(w'+1)}$$

## SAT

	DE						TME					
	sym			nosym			sym			nosym		
	v	c	t	v	c	t	v	c	t	v	c	t
5-3-1	225	2280	0.02	225	3694	0.003	300	3480	0	300	5160	0.004
5-3-2	450	217185	0.3	450	220118	0.029	600	9585	0.001	600	13065	0.00
5-3-3	675	644715	1.42	675	649167	1.58	900	18315	0.02	900	23595	0.01
5-3-4	900	1284870	4.24	900	1290481	4.46	1260	29670	0.01	1260	36750	0.02
5-3-5	1125	2137650	9.37	1125	2145140	10.58	1500	43650	0.03	1500	52530	0.07
5-3-6	1350	3203066	9.21	1350	3212664	22.57	1800	60255	0.21	1800	70935	0.26

# Symétries et contraintes redondantes

## Redondance

- - Tout les groupes ont la bonne taille :

$$\forall i \in \textit{semaines}, \forall j \in \textit{golfeurs}$$

$$|Gr_{ij}| = \textit{nb\_golfeurs\_par\_groupe}$$

## Symétrie

- - Définir le premier groupe :

$$1 \in Gr_{ij}$$

# Tests et résultats

## FD

Les résultats pour le modèle simple.

	2	3	4	5
2	80ms	107ms	126ms	148ms
3	89ms	122ms	408ms	424ms
4	99ms	1m 6s	333ms	13s 801ms

Les résultats pour le modèle amélioré.

	2	3	4	5
2	81ms	95ms	129ms	155ms
3	85ms	109ms	334ms	190ms
4	93ms	124ms	171ms	4m 32s

Les lignes représentent le nombre de golfeurs par groupe et les colonnes le nombre de groupe. Le nombre de semaine à été fixé à 3.

# Sommaire

- 1 Solveur
  - Implémentation
- 2 STS
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 3 SGP
  - Modèle initial
  - Modèle amélioré
  - Tests et résultats
- 4 Conclusion

# Conclusion

## Solveur

- Temps de résolution encore trop long pour 10 équipes
- Travail sur l'optimisation du code
- Modifications encore possibles :
  - ▶ Filtrage sur la cardinalité
  - ▶ Filtrage lexicographique
  - ▶ Gestion du treillis