
Calendrier sportif

Alexis, Aniss, Pierre, Rick



Le problème et les contraintes

- Toutes les équipes doivent s'affronter
- Par jour toutes les équipes doivent jouer
- Disponibilité des stades
- Équité entre équipes
- Minimiser le break

MATCHS ALLER		7 ^e J. Mer. 22 sept. 2021		14 ^e J. Dim. 21 nov. 2021		MATCHS RETOUR		26 ^e J. Dim. 27 fév. 2022		33 ^e J. Mer. 20 mars 2022	
Angers	Marseille	Angers	Lorient	Angers	Lorient	Angers	Lens	Angers	Lens	Angers	PSG
Lens	Strasbourg	Brest	Lens	Brest	Lens	Brest	Lorient	Brest	Lorient	Bordeaux	Saint-Étienne
Lille	Reims	Clermont	Nice	Clermont	Nice	Clermont	Bordeaux	Clermont	Bordeaux	Brest	Lyon
Lorient	Nice	Lyon	Marseille	Lyon	Marseille	Lille	Lille	Lyon	Lille	Lens	Montpellier
Lyon	Troyes	Metz	Bordeaux	Metz	Bordeaux	Metz	Nantes	Metz	Nantes	Lorient	Metz
Metz	PSG	Monaco	Lille	Monaco	Lille	Monaco	Reims	Monaco	Reims	Marseille	Nantes
Monaco	Saint-Étienne	Nantes	Nantes	Nantes	Nantes	Lyon	Reims	Nice	Reims	Monaco	Nice
Montpellier	Bordeaux	Strasbourg	Montpellier	Strasbourg	Reims	Strasbourg	PSG	Strasbourg	Saint-Étienne	Strasbourg	Lille
Nantes	Brest	Troyes	Reims	Troyes	Strasbourg	Troyes	Nice	Nice	Nice	Troyes	Rennes
Rennes	Clermont		Saint-Étienne		Saint-Étienne	Nantes	Marseille	Marseille	Marseille	Clermont	Clermont
1 ^{er} J. Dim. 8 août 2021		8 ^e J. Dim. 26 sept. 2021		15 ^e J. Dim. 28 nov. 2021		20 ^e J. Dim. 9 janv. 2022		27 ^e J. Dim. 6 mars 2022		34 ^e J. Dim. 24 mars 2022	
Bordeaux	Clermont	Bordeaux	Rennes	Bordeaux	Brest	Angers	Saint-Étienne	Bordeaux	Troyes	Clermont	Angers
Lyon	Brest	Brest	Metz	Lens	Angers	Bordeaux	Marseille	Lens	Brest	Lille	Strasbourg
Metz	Lille	Clermont	Monaco	Lille	Nantes	Brest	Nice	Lille	Clermont	Lyon	Montpellier
Monaco	Nantes	Lorient	Lorient	Lorient	Rennes	Clermont	Reims	Lorient	Lyon	Metz	Brest
Montpellier	Marseille	Marseille	Lens	Marseille	Troyes	Lens	Rennes	Marseille	Monaco	Nantes	Bordeaux
Nice	Reims	PSG	Montpellier	Monaco	Strasbourg	Lille	Lorient	Nantes	Montpellier	Nice	Troyes
Rennes	Lens	Reims	Nantes	Montpellier	Metz	Lyon	PSG	Nice	PSG	PSG	Lens
Saint-Étienne	Lorient	Saint-Étienne	Nice	Nice	Clermont	Metz	Strasbourg	Reims	Strasbourg	Reims	Marseille
Strasbourg	Angers	Strasbourg	Lille	Reims	Strasbourg	Montpellier	Troyes	Rennes	Angers	Rennes	Lorient
Troyes	PSG	Troyes	Angers	Saint-Étienne	PSG	Nantes	Monaco	Saint-Étienne	Metz	Saint-Étienne	Monaco
2 ^e J. Dim. 15 août 2021		9 ^e J. Dim. 3 oct. 2021		16 ^e J. Mer. 1 ^{er} déc. 2021		21 ^e J. Dim. 16 janv. 2022		28 ^e J. Dim. 13 mars 2022		35 ^e J. Dim. 19 mars 2022	
Angers	Lyon	Angers	Metz	Angers	Monaco	Lorient	Angers	Angers	Bordeaux	Bordeaux	Nice
Brest	Rennes	Lens	Reims	Brest	Saint-Étienne	Marseille	Lille	Brest	Brest	Brest	Clermont
Clermont	Troyes	Lille	Marseille	Clermont	Lens	Monaco	Clermont	Clermont	Lorient	Lens	Nantes
Lens	Saint-Étienne	Lorient	Clermont	Lyon	Reims	Nice	Nantes	Lille	Saint-Étienne	Lorient	Reims
Lille	Nice	Monaco	Bordeaux	Metz	Montpellier	PSG	Brest	Lyon	Rennes	Marseille	Lyon
Lorient	Monaco	Montpellier	Strasbourg	Nantes	Marseille	Reims	Metz	Metz	Lens	Monaco	Angers
Marseille	Bordeaux	Nantes	Troyes	PSG	Nice	Rennes	Bordeaux	Montpellier	Nice	Montpellier	Metz
Nantes	Metz	Nice	Brest	Rennes	Lille	Saint-Étienne	Lens	PSG	Bordeaux	Rennes	Saint-Étienne
PSG	Strasbourg	Rennes	PSG	Strasbourg	Bordeaux	Strasbourg	Montpellier	Strasbourg	Monaco	Strasbourg	PSG
Reims	Montpellier	Saint-Étienne	Lyon	Troyes	Lorient	Troyes	Lyon	Troyes	Nantes	Troyes	Lille

Choco-solver



- Librairie Java
- `home[r][m]` et `away[r][m]`
- Contraintes globales : `allDifferent`, `count`, `sum`
- détection automatique des breaks avec des `BoolVar`, total borné à $n-2$
- Simple à implémenter

Choco-solver, les désavantages



- Temps de calcul très long à partir de 10 équipes
- Le nombre de variable croit rapidement avec le nombre d'équipes
- Pas de parallélisation de la recherche de solution



OR-Tools



- Librairie Python, noyau en C++
- $X[i, j, d]$: Booléen = match équipe i vs j le jour d

Contraintes globales :

- sum, AddBoolAnd, AddMaxEquality
- 1 match/jour/équipe, 1 seule rencontre par paire
- Limite de matchs extérieurs consécutifs

Breaks :

- Détection manuelle via is_home, is_away (BoolVar)
- break = home-home ou away-away
- total_breaks = $n-2$ (ou à minimiser)



Optimisations

La symétrie, ici, correspond à des solutions équivalentes que le solveur pourrait explorer inutilement. La casser permet de **gagner du temps** en éliminant d'emblée des solutions redondantes.

A joue contre B au premier tour, puis C contre D,
= (A devient C, B devient D, etc.)



Optimisations



- Fixer le premier match (ex : A contre B au premier tour).
- Imposer un ordre de numérotation des équipes ou des journées.
- Interdire certaines permutations évidentes.

Z3



- Librairie Python, noyau en C++
- `home[r][g]` et `away[r][g]`
- Distinct, Sum

Benchmark

OR-Tools

Z3

num_teams	solve_time_sec	status	total_breaks
6	0.115	Feasible	4
8	1.899	Feasible	6
10	27.423	Feasible	8
12	74.524	Feasible	10
14	11.013	Feasible	12
16	21.64	Feasible	14
18	184.361	Feasible	16
20	341.186	Feasible	18

num_teams	solve_time_sec	status	total_breaks
6	19.580	Feasible	4
8	575.681	Feasible	6



Démo

Conclusion





Références

- Travaux de Régim (CP 2008) : bornes théoriques sur le nombre minimal de breaks ($n-2$)
- Intérêt des Global Constraints pour la propagation
- Revue des approches : CP, SAT, heuristiques (compétitions ITC)