Journées Méthodologies d'Optimisation pour l'AgroBIologie

Paris, 27 novembre 2015

Programmation par Contraintes en Viticulture et Œnologie

Philippe VISMARA

(INRA/MISTEA - LIRMM, MONTPELLIER SUPAGRO)

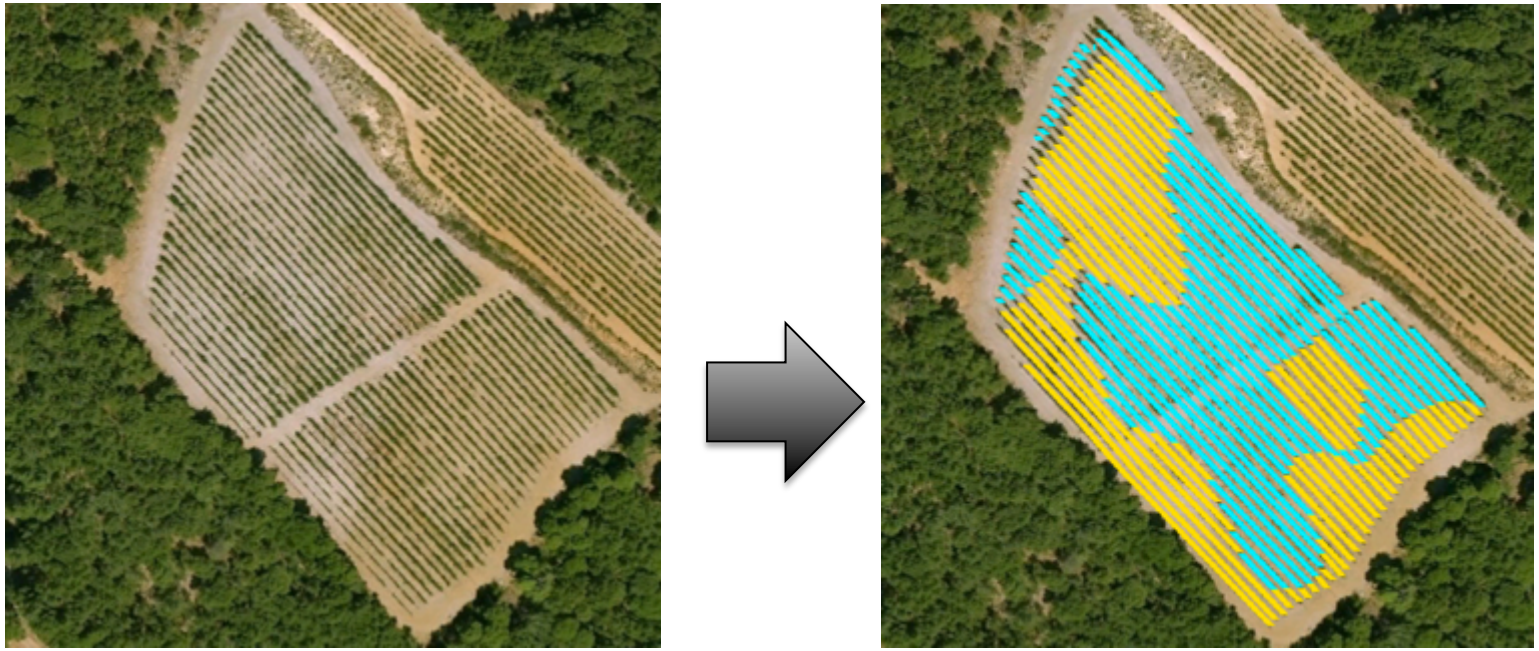
Vendange Sélective

- Collaboration avec B. Tisseyre (SupAgro, UMR ITAP)

Agriculture de précision :

prendre en compte la variabilité intra-parcellaire

– Photos aériennes, Capteurs, Prélèvements, …

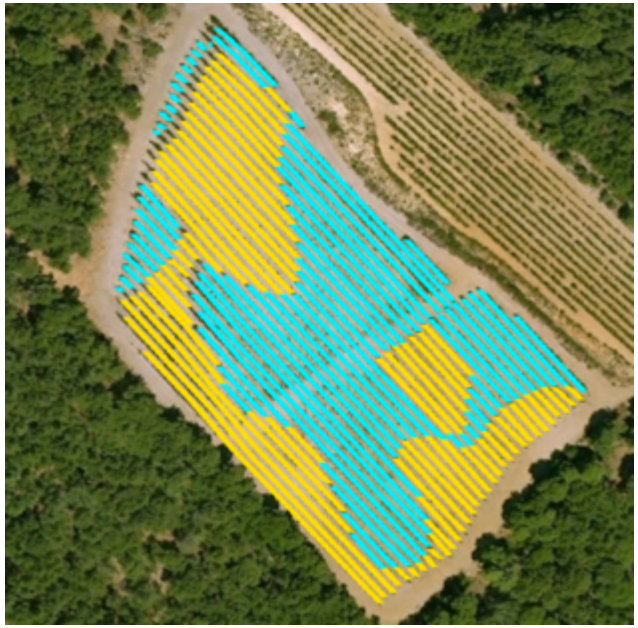


➔ Prédiction de la qualité et du rendement

Vendange sélective

☞ **Données:**

- Un champ de vigne avec **deux catégories de raisin** (*A et B*)
- Une machine à vendanger **à deux trémies**



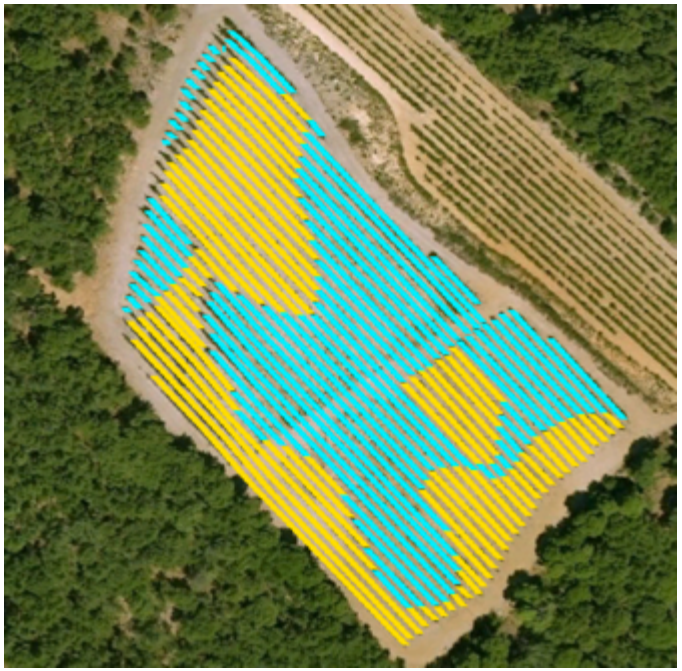
Vendange sélective

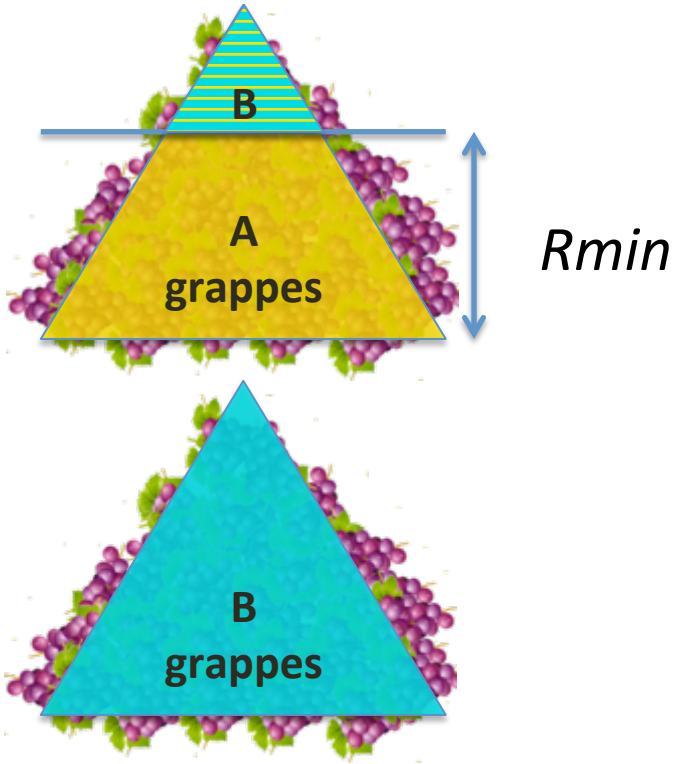
☞ **Données:**

- Un champ de vigne avec **deux catégories de raisin** (*A et B*)
- Une machine à vendanger **à deux trémies**
- Une quantité **Rmin** de **A-grappes** *à récolter*

Zone A

Zone B





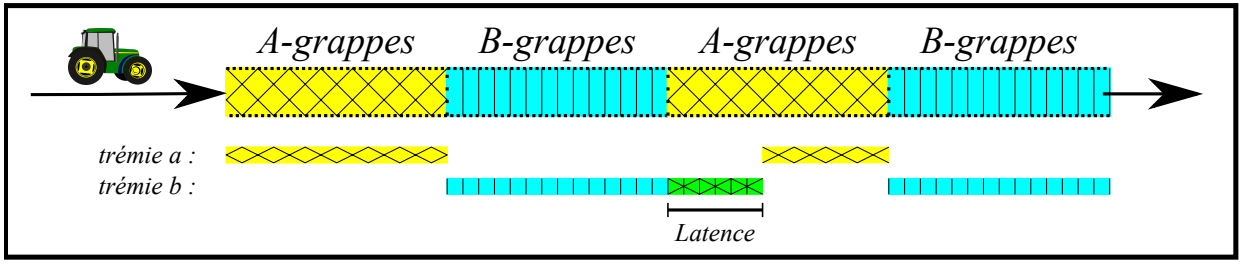
Vendange sélective

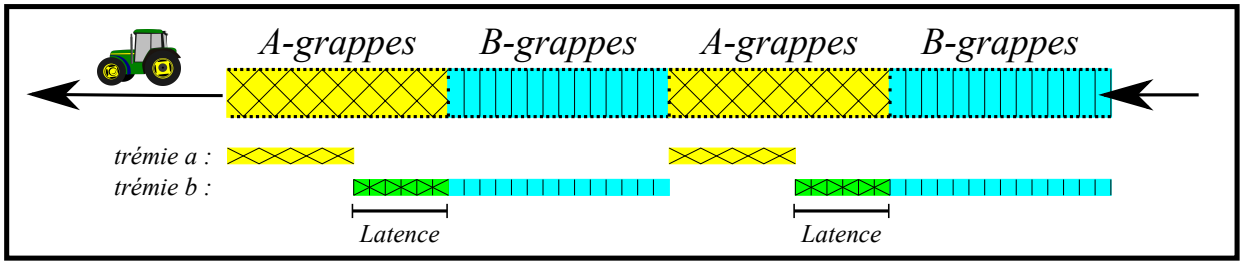
☞ **Données:**

- Un champ de vigne avec deux catégories de raisin (A-grappes et B-grappes)
- Une machine à vendanger à deux trémies *(Cmax)*
- Un seuil de récolte pour les A-grappes *(Rmin)*

☞ **Contraintes:**

- capacité des trémies
- **délai de Latence**





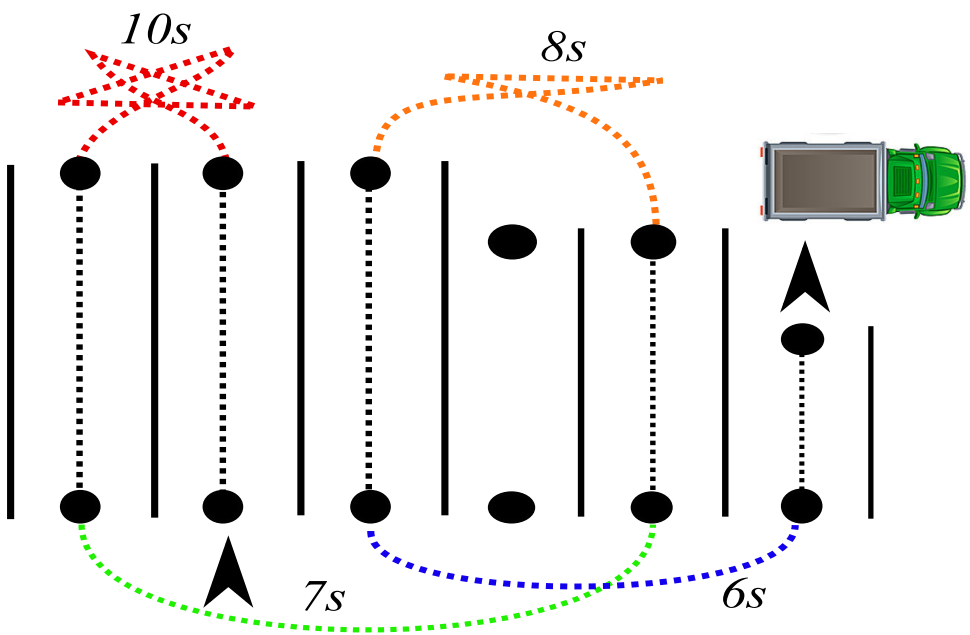
Vendange sélective

☞ **Données:**

- Un champ de vigne avec deux catégories de raisin (A-grappes et B-grappes)
- Une machine à vendanger à deux trémies *(Cmax)*
- Un seuil de récolte pour les A-grappes *(Rmin)*

☞ **Contraintes:**

- capacité des trémies
- délai de Latence
- **rayon de braquage, emplacement de la benne…**



Vendange sélective

☞ **Données:**

- Un champ de vigne avec deux catégories de raisin (A-grappes et B-grappes)
- Une machine à vendanger à deux trémies *(Cmax)*
- Un seuil de récolte pour les A-grappes *(Rmin)*

☞ **Contraintes:**

- capacité des trémies
- délai de Latence
- rayon de braquage, vitesse, emplacement de la benne…

☞ But : optimiser parcours des rangs
pour minimiser le temps de vendange
en récoltant au moins *Rmin* A-grappes.

Modèle mixte avec contraintes linéaires

$$\sum_{i=n}^{n+\gamma-1} min(U^A_{p_i}, Cmax) \geq Rmin$$

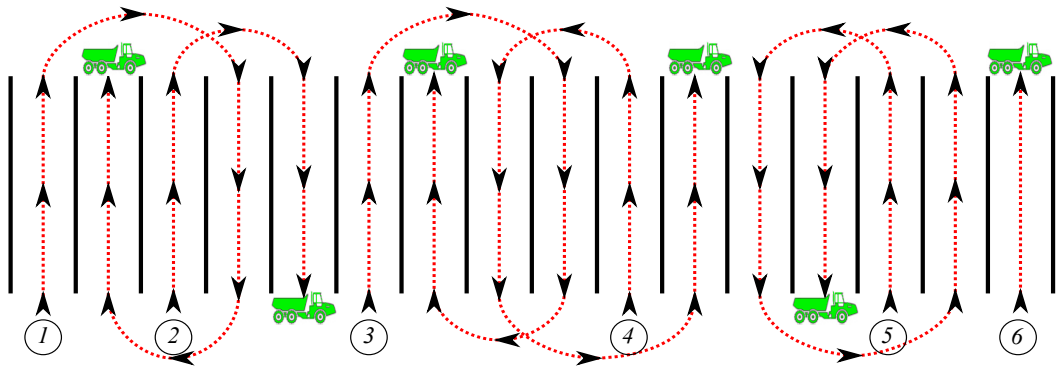
$$U^A_i + U^B_i \leq 2 \times Cmax$$

$$no_subtour(P_0, \ldots, P_{n+\lambda-1})$$

$$U^B_i \leq (1 + Mix_i) \times Cmax$$

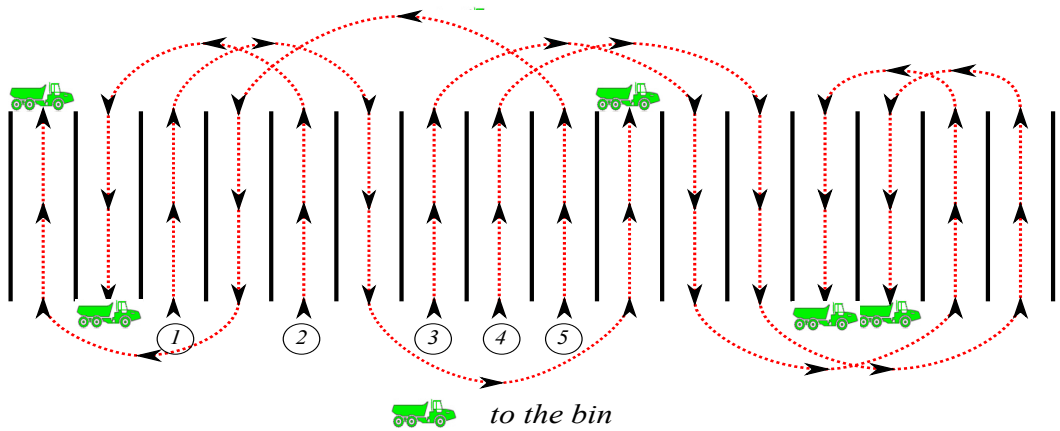
Vendange sélective - Résultats

Parcours traditionnel



44 min
6 emptying

Parcours calculé



21 min
5 emptying

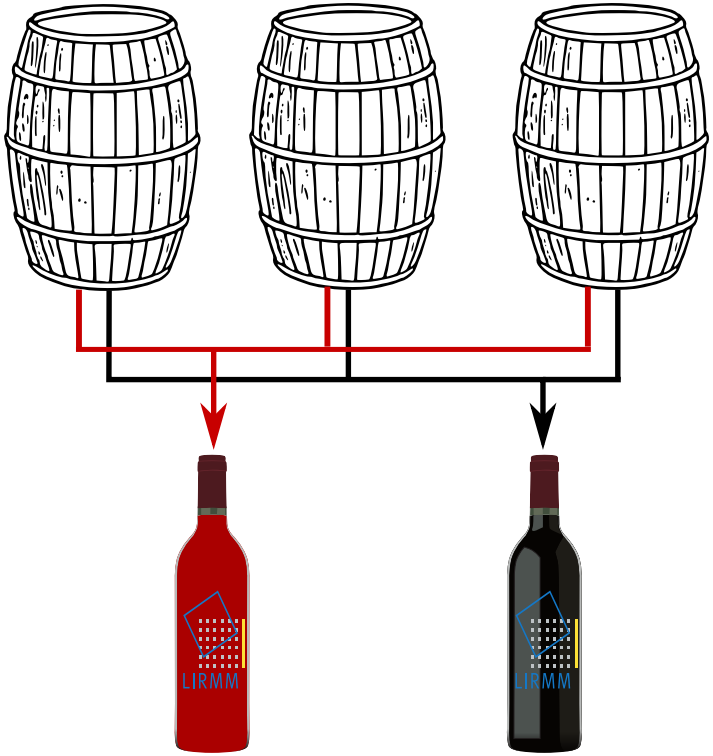
PLNE : rapide sur petites instances mais pb passage à l'échelle

Prog. Contraintes : solutions intermédiaires jusqu'à l'optimum

Assemblage de vin

Assemblage = mélange de plusieurs cuvées
pour concevoir des vins cible

- quelle proportion de chaque vin de base dans chaque vin cible ?



Assemblage de vin

Assemblage = mélange de plusieurs cuvées
pour concevoir des vins cible

- quelle proportion de chaque vin de base dans chaque vin cible ?
- Dégustations : limitées par la saturation du palais
- méthodes d'analyse des composés aromatiques

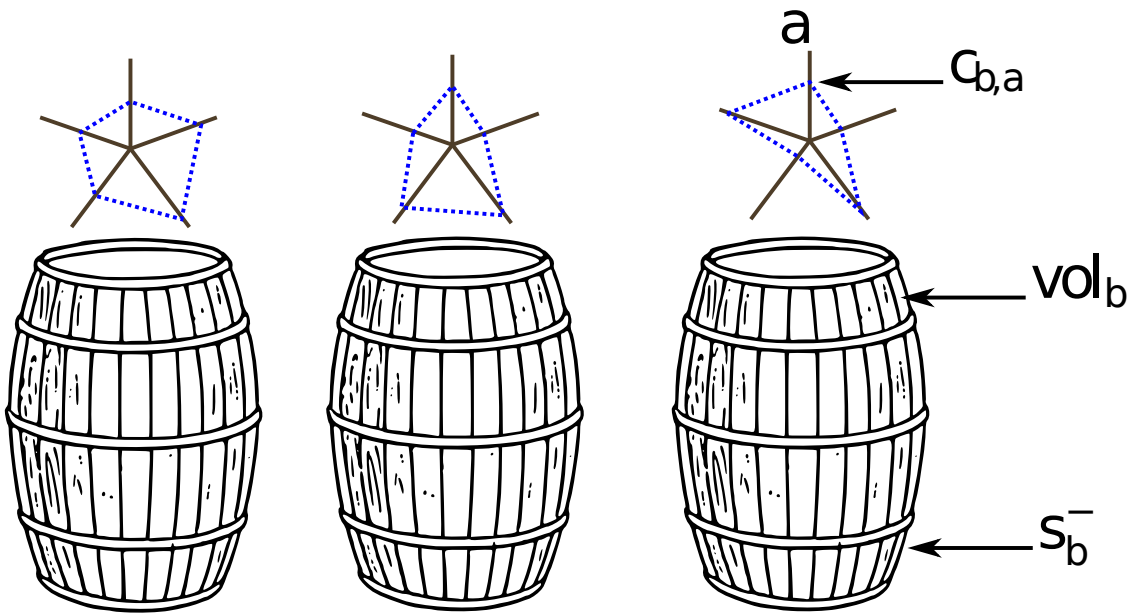
nyséos

Assemblage de vin

☞ **Données:**

Un ensemble de **vins de base** décrits par

- **Volume** du vin disponible
- **Concentration** en arômes de ce vin



Assemblage de vin

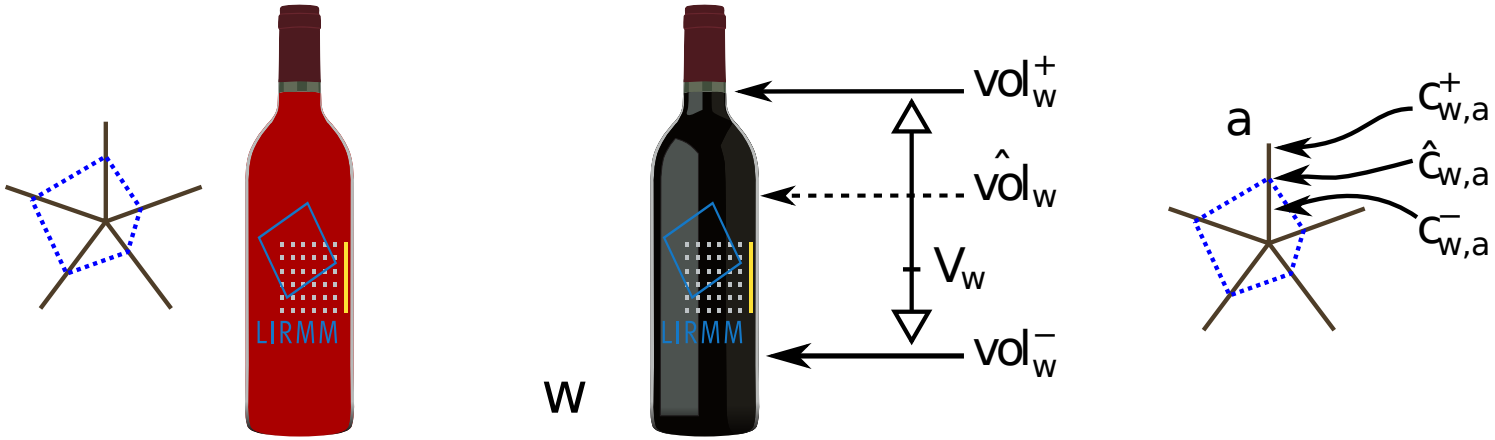
☞ **Données:**

Un ensemble de *vins de base* décrits par

- Volume du vin disponible
- Concentration en arômes de ce vin

Un ensemble de **vins cibles**

- Volume souhaité, min et max admissible
- Concentration souhaité en arômes



Assemblage de vin

☞ **Données:**

Un ensemble de *vins de base* décrits par

- Volume du vin disponible
- Concentration en arômes de ce vin

Un ensemble de **vins cibles**

- Volume souhaité, min et max admissible
- Concentration souhaité en arômes

☞ **Question :**

Déterminer volumes $V_{w,b}$ à transférer pour minimiser écart avec volumes et concentrations souhaités

☞ **Contraintes**

Linéaires :

$$V_w = \sum_{b=1}^{\mathcal{B}} V_{w,b} \qquad c^-_{w,a} \;\leq\; \frac{1}{V_w} \sum_{b=1}^{\mathcal{B}} (V_{w,b} \cdot c_{b,a}) \;\leq\; c^+_{w,a}$$

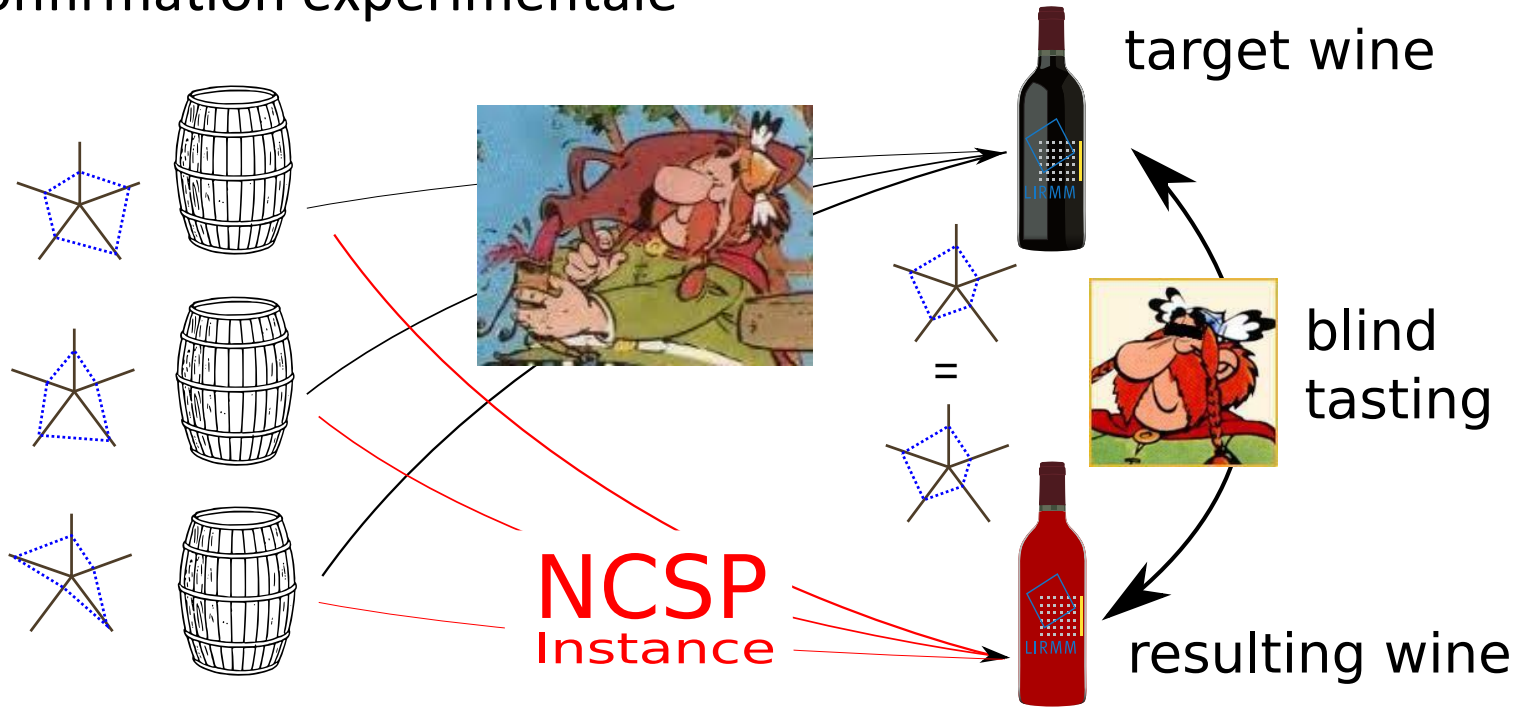
Non Linéaires, non convexes, … :

- Volume minimal transférable, …

$$(V_{w,b} = 0) \;\vee\; (\delta_V \leq V_{w,b})$$

Assemblage de vin - Résultats

- Résolution efficace d'instances réelles avec solvers à intervalles : Couenne et Ibex
- Autres contraintes non linéaires à intégrer
- Confirmation expérimentale



- Vers un configurateur au service des œnologues