

Réunion régionale Automatisation de la prise en charge médicamenteuse : PUI & territoires

Vendredi 18 janvier 2019

Amphithéâtre Farabeuf

Campus des Cordeliers

15 rue de l'école de Médecine - 75006 PARIS



Conception d'une activité d'automatisation de la dispensation individuelle nominative à l'échelle d'un GHT

Dr Magali BOURDELIN

Pharmacien, Praticien Hospitalier

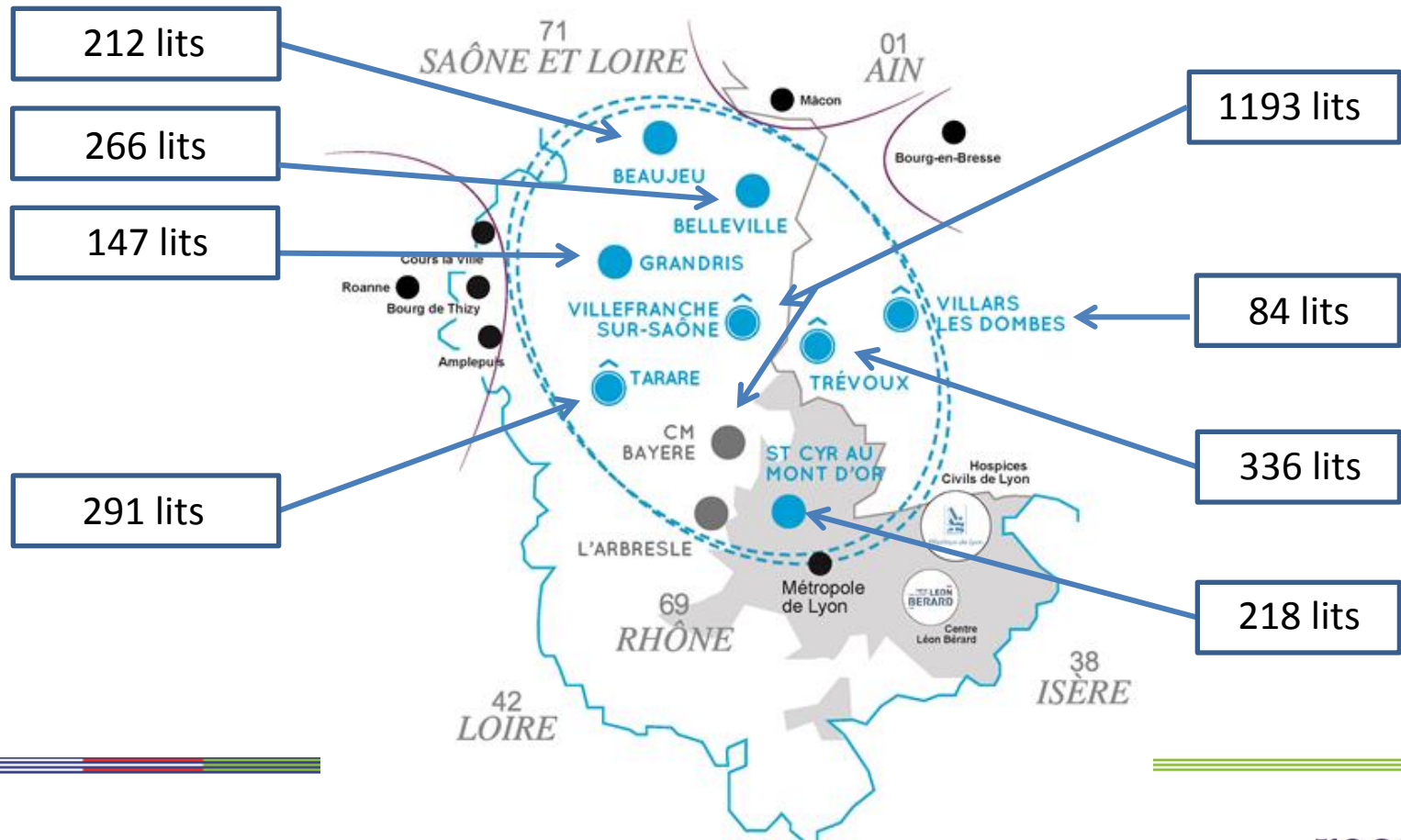
L'hôpital Nord-Ouest Villefranche-sur-Saône

Réunion régionale

Automatisation de la prise en charge médicamenteuse : PUI & territoires

Paris, 18 janvier 2018

- Inscrit dans le projet médical 2015-2020



D'une démarche CHT à un projet GHT

- **Villefranche :** Recommandation
- **Tarare :** nouvel hôpital



Projet CHT

2014

Villefranche
Tarare
Trévoux
St-Cyr au Mont
d'Or

Décret du 27
avril 2016 relatif
aux
groupements
hospitaliers de
territoire



Etat des lieux des solutions existantes : **SURCONDITIONNEMENT**

Projet GHT

2747 lits

8 établissements hospitaliers
2 partenaires associés

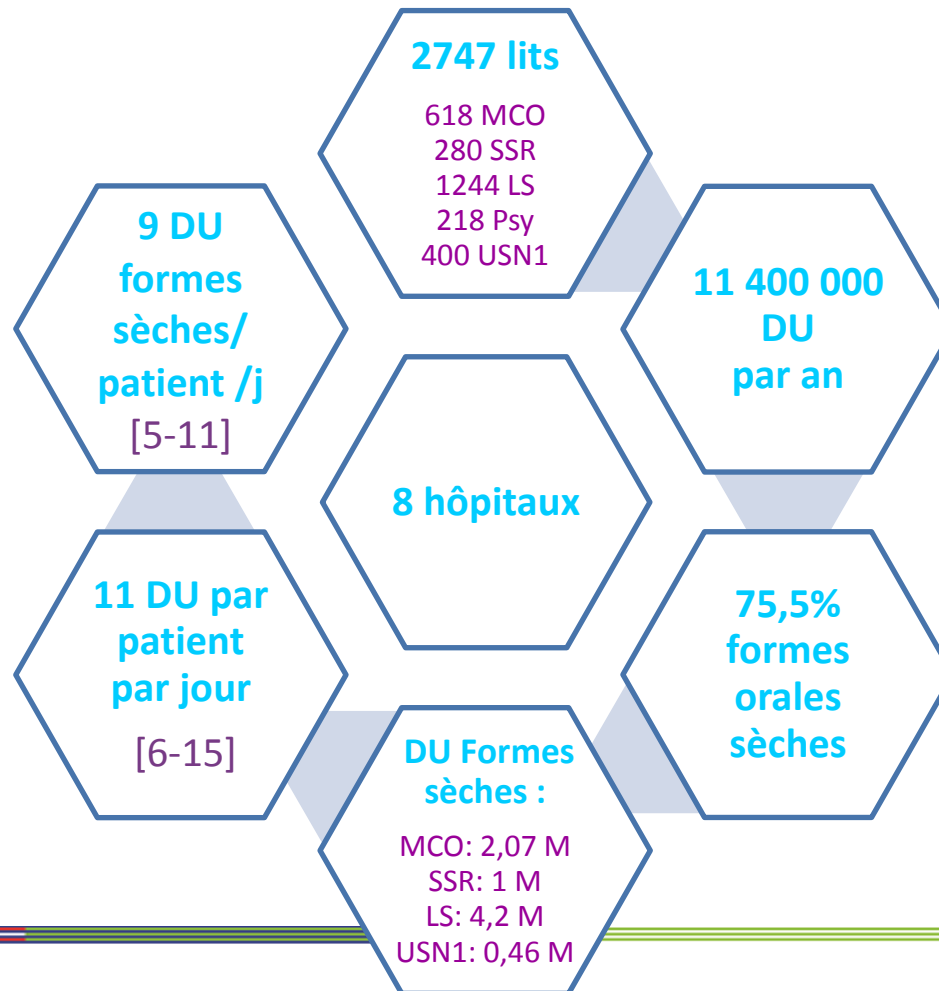
Etablissement support :
L'hôpital Nord-Ouest Villefranche

Direction commune :
Villefranche, Tarare, Trévoux,
Grandris, Villars

Autres directions :
Belleville, Beaujeu
Saint Cyr au Mont d'Or

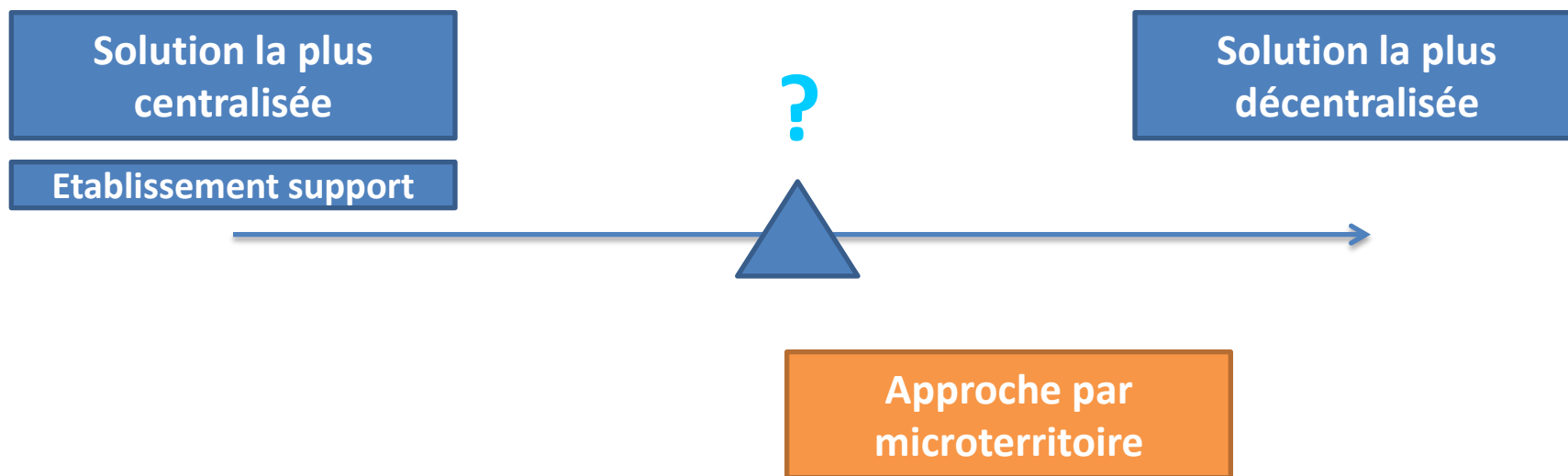
Enjeux +++ du périmètre effectif qui s'engage dans la démarche

EVALUATION DU BESOIN SUR L'ENSEMBLE DU GHT



OBJECTIF

- Identifier des scénarii d'ADDN à l'échelle du territoire et trouver l'approche **la plus efficiente**



REFLEXION SELON 3 APPROCHES

- Consultation auprès des fournisseurs
- Création d'un outil de modélisation en partenariat avec l'Ecole des Mines de Saint-Etienne
- Accompagnement par une société de conseil

PERIMETRE

VTTG

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris

VTTG + BB

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris Belleville
Beaujeu

VTTG +
Saint-Cyr

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris Saint-Cyr

VTTG + BB
+ Saint-Cyr

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris Belleville
Beaujeu Saint-Cyr

CONSULTATION FOURNISSEURS

L'OFFRE FOURNISSEUR

- **Objectif :**
 - Réaliser un état des lieux des **offres proposées**, des **capacités de production**, des **surfaces nécessaires**, des **coûts d'investissements** en automates, **consommables**, **maintenance** et **logistique** associés
 - Identifier quelle **répartition d'automates sur le territoire** proposée par chacun des industriels pour répondre à notre besoin



EXEMPLE DE PROPOSITION FOURNISSEUR

Scénarios	Equipements	Belleville	Beaujeu	Trévoux	Villards	Villefranche	Tarare	Grandris	Saint Cyr	Coût d'investissement
VTTG	Calypso OS			0	0	3 (74%)	0	0		2,365,200 €
	Pegasus PUI			2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)		
VTTG + BB	Calypso OS	0	0	0	0	3 (97%)	0	0		3,186,000 €
	Pegasus PUI	2 (64%)	2 (49%)	2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)		
VTTG + Saint Cyr	Calypso OS			0	0	3 (85%)	0	0	0	2,775,600 €
	Pegasus PUI			2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)	2 (53%)	
VTTG + BB + Saint Cyr	Calypso OS	0	0	0	0	4 (81%)	0	0	0	3,769,200 €
	Pegasus PUI	2 (64%)	2 (49%)	2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)	2 (53%)	



PARTENARIAT AVEC L'ÉCOLE DES MINES de SAINT-ÉTIENNE

Pr Vincent Augusto

Doctorant : Carlos Franco

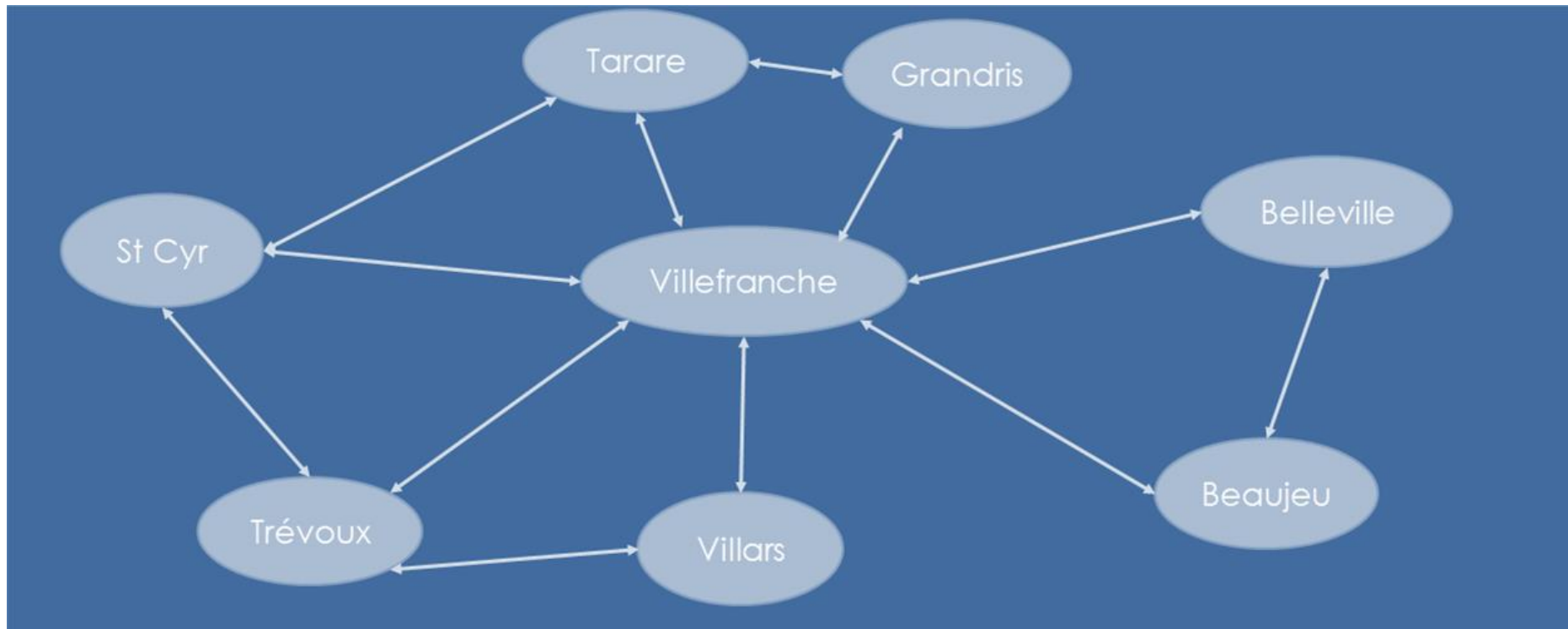
Etudiants : Marie Brun, Constant Razel



OBJECTIFS

- Devant les nombreuses possibilités de scénarii, volonté de s'appuyer sur un modèle mathématique afin d'avoir une approche **objective** et **rationnelle**
- Créer un outil d'optimisation permettant de **trouver la solution de répartition des automates la plus efficiente tout en minimisant les coûts**

OBJECTIFS



MODELE D'OPTIMISATION

- Modèle d'optimisation de minimisation des coûts
- Coûts logistiques + coûts fixes
- Contraintes de satisfaction de la demande
- Contraintes de capacité de production de doses unitaires
- Contraintes de capacité de dispensation
- Contraintes définissant les relations entre les hôpitaux

MODELE D'OPTIMISATION

- **Variables de décision:**

- $n_{k,i}$ = nombre de machines de type k à installer dans la PUI de l'hôpital i
- $x_{i,j}$ et $y_{i,j}$ = ouverture des livraisons entre les hôpitaux i et j
- $a_{i,j}$ et $b_{i,j}$ = nombre de doses unitaires (prescriptions) à transporter entre i et j

- **Paramètres:**

E = ensemble des équipements disponibles

H = ensemble des hôpitaux

D_i = Besoin en prescriptions (formes sèches) par hôpital

c_{ij} = couts de transports annuels pour des livraisons entre l'hôpital i et l'hôpital j

Ouverture_i = Nombre annuel d'heures d'ouvertures de la pharmacie de l'hôpital i

TauxUtilisation = 0,8

CapProdPresc_k = Capacité de prod de prescriptions par heure de la machine k

CapProdDU_k = Capacité de prod de doses unitaires par heure de la machine k

MODELE D'OPTIMISATION

- **Coût de transport :**

- Calcul du coût kilométrique

- Définition de fréquence de livraison

- Doses unitaires
- Dispensations piluliers
- MCO/SSR/EHPAD

- Définition de matrice de coûts de transports

		Distance (km)	Temps (min)	Carburant + Péage (Poids lourd 2 essieux < 3,5T)	Coût chauffeur (20€/heure)	Coût total trajet (hors entretien/amortissement véhicule)	Coût kilomètre
Tarare	Beaujeu	55,00	68	24,18 €	22,67 €	46,85 €	0,85 €
Tarare	Belleville	67,00	59	40,83 €	19,67 €	60,50 €	0,90 €
Tarare	Villars	65,00	74	32,73 €	24,67 €	57,40 €	0,88 €
Trévoux	Beaujeu	42,30	43	25,93 €	14,33 €	40,26 €	0,95 €
Trévoux	Belleville	27,00	28	19,25 €	9,33 €	28,58 €	1,06 €
Trévoux	Tarare	44,50	51	23,69 €	17,00 €	40,69 €	0,91 €
Trévoux	Grandris	41,30	56	18,10 €	18,67 €	36,77 €	0,89 €
Beaujeu	Grandris	24,20	35	10,65 €	11,67 €	22,32 €	0,92 €
Beaujeu	Villars	42,30	52	18,53 €	17,33 €	35,86 €	0,85 €
Beaujeu	Saint Cyr	64,00	68	35,28 €	22,67 €	57,95 €	0,91 €
Belleville	Grandris	35,20	48	15,44 €	16,00 €	31,44 €	0,89 €
Belleville	Villars	27,00	35	11,85 €	11,67 €	23,52 €	0,87 €

	Villefranche	Tarare	Trévoux	Beaujeu	Belleville	Grandris	Villards	St Cyr
Villefranche	0	2060	1611	2271	1695	2466	2764	4276
Tarare	2060	0	4232	4872	6292	3083	5969	4317
Trévoux	1611	4232	0	4187	2973	3824	2114	1990
Beaujeu	2271	4872	4187	0	1471	2321	3730	6026
Belleville	1695	6292	2973	1471	0	3270	2446	4687
Grandris	2466	3083	3824	2321	3270	0	5033	4960
Villards	2764	5969	2114	3730	2446	5033	0	3070
St Cyr	4276	4317	1990	6026	4687	4960	3070	0

28,40 €	16,67 €	45,07 €	0,94 €
24,39 €	24,00 €	48,39 €	0,86 €
24,36 €	23,33 €	47,69 €	0,85 €
13,19 €	16,33 €	29,52 €	0,98 €
14,47 €	5,33 €	19,80 €	0,60 €
10,17 €	11,67 €	21,84 €	0,94 €
8,63 €	7,67 €	16,30 €	1,03 €
11,38 €	12,33 €	23,71 €	0,92 €
13,24 €	13,33 €	26,57 €	0,88 €
6,16 €	9,33 €	15,49 €	1,10 €
24,78 €	16,33 €	41,11 €	0,97 €
15,31 €	14,33 €	29,64 €	0,85 €
24,18 €	17,33 €	41,51 €	0,91 €
9,99 €	10,33 €	20,32 €	0,89 €
8,13 €	11,00 €	19,13 €	1,03 €
6,81 €	7,33 €	14,14 €	0,91 €

CONTRAINTES

- Simulations sur une durée de 7 ans
- Taux d'utilisation des automates fixé à 80% maximum
- Etude uniquement sur les formes orales sèches
- Stock doses unitaires surconditionnées pour répondre aux besoins sur 5 j
- Totalité des doses unitaires produites annuellement par l'hôpital i doit être >ou= à la totalité des doses unitaires délivrées par l'hôpital i aux autres hôpitaux et à lui-même
- Totalité des prescriptions produites annuellement par l'hôpital i doit être >ou= à la totalité des doses unitaires délivrées par l'hôpital i aux autres hôpitaux et à lui-même

CONTRAINTES

- Satisfaction de la totalité de la demande pour tous les établissements ;
- Si l'hôpital i livre l'hôpital j en doses unitaires, alors l'hôpital j ne livre pas l'hôpital i en doses unitaires;
- De même, si l'hôpital i livre l'hôpital j en prescriptions, alors l'hôpital j ne livre pas l'hôpital i en prescriptions;
- Un établissement ne peut être livré en doses unitaires que par un seul établissement ;
- Un établissement ne peut être livré en prescriptions que par un seul autre établissement en plus de lui-même.

CONSTRUCTION DU MODELE D'OPTIMISATION

VTTG

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris

VTTG + BB

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris Belleville
Beaujeu

VTTG +
Saint-Cyr

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris Saint-Cyr

VTTG + BB
+ Saint-Cyr

- Villefranche Villards Tarare
Trévoux Grandris Belleville
Beaujeu Saint-Cyr

→ Simulation pour ces 4 scénarii

CONSTRUCTION DU MODELE D'OPTIMISATION

B. Formal Model

The MILP model for the location-allocation of robot and the distribution network of prescription and unit-doses is defined as follows:

Sets:

- E : set of equipment
- H : set of hospitals
- S : set of specificity
- SC : set of hospitals in the network
- SO : set of overtime times
- PM : set of configurations of prescription machines
- SM : set of configurations of storage machines

Parameters:

- UR : utilization rate of machines
- TCU_{hj} : transportation costs of unit-doses between hospitals
- TCP_{hj} : transportation costs of prescriptions between hospitals
- DE_{es} : data of equipment
- OP_{hsc} : annual opening hours per hospital per scenario
- $D_{sc h}$: requirements of unit-doses by hospital in each scenario
- PU : price of unit-doses (cutting)
- DH_h : number of daily hours per hospital
- $CapPP_{mp}$: capacities of prescriptions per type of configuration
- $CostPP_{mp}$: cost of prescriptions per type of configuration
- Am : years of investment

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & \sum_{i \in H} \sum_{j \in H} PU * Am * A_{ij} + \\ & \sum_{i \in H} \sum_{j \in H} (TCU_{ij} * Am * X_{ij} + Y_{ij} * Am * 2 * TCP_{ij}) + \\ & \sum_{pm \in PM} \sum_{i \in H} CostPP_{pm} * PM_{pm i} + \\ & \sum_{sm \in SM} \sum_{i \in H} CostS_{sm} * SM_{sm i} + \sum_{i \in H} CostC * N_i \end{aligned} \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{e \in E} N1_i * DE_{es} * CapProd * OP_{theso i} * UR \geq \sum_{k \in H} A_{ik} \quad \forall i \in H \quad (2)$$

$$\sum_{pm \in PM} CapPP_{pm} * PM_{pm i} * OP_{theso i} * UR \geq \sum_{k \in H} B_{ik} * UDP_k \quad \forall i \in H \quad (3)$$

$$\sum_{sm \in SM} CapS_{sm} * SM_{sm i} \geq \sum_{j \in H} A_{ij} * \frac{5}{24*5} \quad \forall i \in H \quad (4)$$

$$\sum_{j \in H} A_{ji} = \sum_{j \in H} B_{ij} * UDP_j \quad \forall i \in H \quad (5)$$

$$\sum_{pm \in PM} PM_{pm i} \leq \sum_{sm \in SM} SM_{sm i} \quad \forall i \in H \quad (6)$$

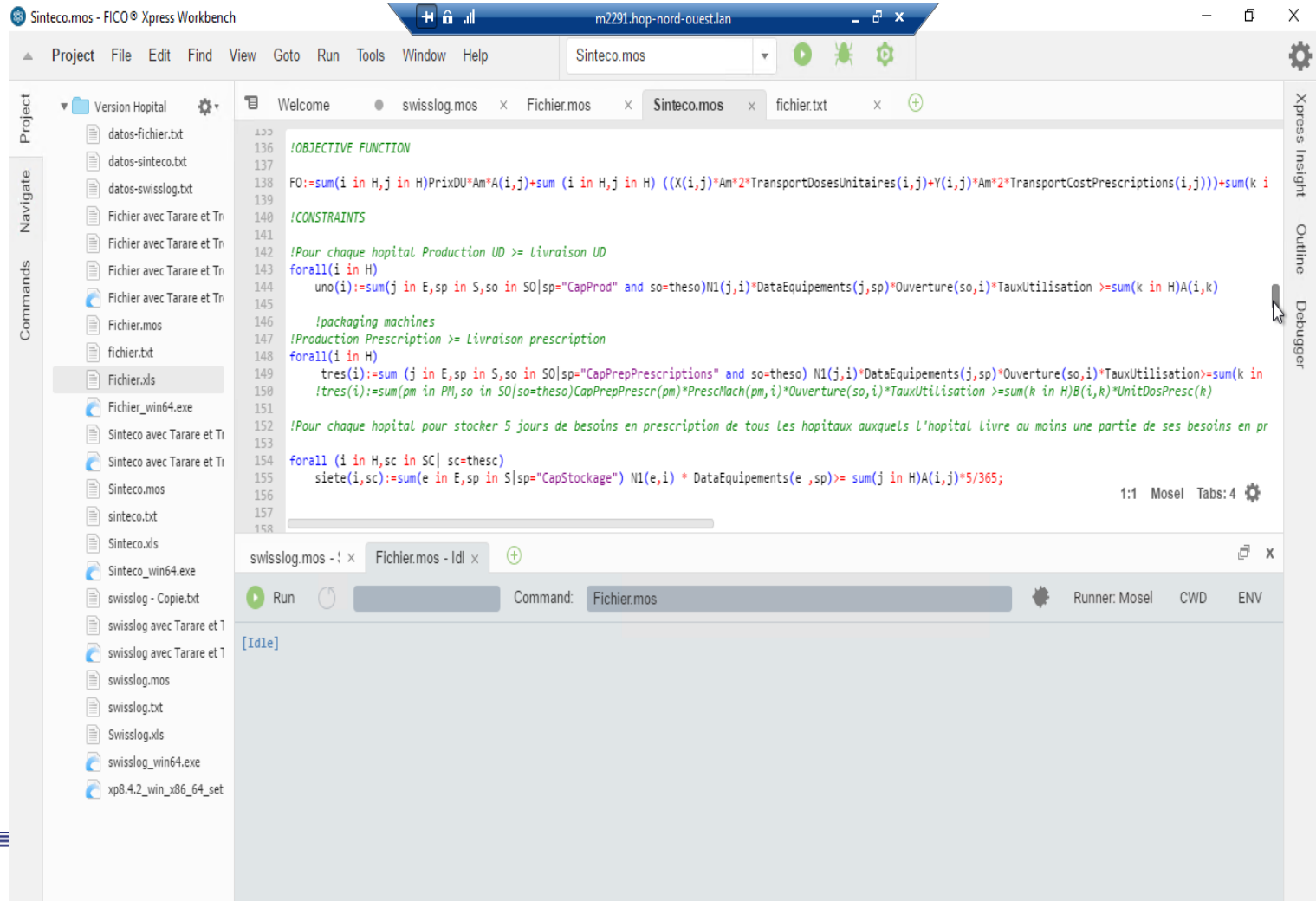
$$\sum_{i \in H} UDP_j * B_{ij} \geq D_{sc j} \quad \forall i \in H, \forall sc \in SC | sc = thesc \quad (7)$$

$$A_{ij} \leq M * X_{ij} \quad \forall i, j \in H \quad (8)$$

$$B_{ij} \leq M * Y_{ij} \quad \forall i, j \in H \quad (9)$$

$$X_{ij} \leq 1 - X_{ji} \quad \forall i, j \in H | i <> j \quad (10)$$

CONSTRUCTION DU MODELE D'OPTIMISATION



Sinteco.mos - FICO® Xpress Workbench

m2291.hop-nord-ouest.lan

Project File Edit Find View Goto Run Tools Window Help Sinteco.mos

Project: Version Hospital

- datos-fichier.txt
- datos-sinteco.txt
- datos-swisslog.txt
- Fichier avec Tarare et Tr
- Fichier avec Tarare et Tr
- Fichier avec Tarare et Tr
- Fichier avec Tarare et Tr
- Fichier.mos
- fichier.txt
- Fichier.xls
- Fichier_win64.exe
- Sinteco avec Tarare et Tr
- Sinteco avec Tarare et Tr
- Sinteco.mos
- sinteco.txt
- Sinteco.xls
- Sinteco_win64.exe
- swisslog - Copie.txt
- swisslog avec Tarare et T
- swisslog avec Tarare et T
- swisslog.mos
- swisslog.txt
- Swisslog.xls
- swisslog_win64.exe
- xp8.4.2_win_x86_64_set

```

136 !OBJECTIVE FUNCTION
137
138 FO:=sum(i in H,j in H)PrixDU*Am*A(i,j)+sum(i in H,j in H)((X(i,j)*Am*2*TransportDosesUnitaires(i,j)+V(i,j)*Am*2*TransportCostPrescriptions(i,j)))+sum(k in
139
140 !CONSTRAINTS
141
142 !Pour chaque hopital Production UD >= Livraison UD
143 forall(i in H)
144   uno(i):=sum(j in E,sp in S,so in SO|sp="CapProd" and so=theso)N1(j,i)*DataEquipements(j,sp)*Ouverture(so,i)*TauxUtilisation >=sum(k in H)A(i,k)
145
146   !packaging machines
147   !Production Prescription >= Livraison prescription
148   forall(i in H)
149     tres(i):=sum(j in E,sp in S,so in SO|sp="CapPrepPrescriptions" and so=theso) N1(j,i)*DataEquipements(j,sp)*Ouverture(so,i)*TauxUtilisation>=sum(k in
150     !tres(i):=sum(pm in PM,so in SO|so=theso)CapPrepPrescr(pm)*PrescMach(pm,i)*Ouverture(so,i)*TauxUtilisation >=sum(k in H)B(i,k)*UnitDosPresc(k)
151
152   !Pour chaque hopital pour stocker 5 jours de besoins en prescription de tous Les hopitaux auxquels L'hopital livre au moins une partie de ses besoins en pr
153
154   forall(i in H,sc in SC| sc=thesc)
155     siete(i,sc):=sum(e in E,sp in S|sp="CapStockage") N1(e,i) * DataEquipements(e ,sp)>= sum(j in H)A(i,j)*5/365;
156
157
158
  
```

1:1 Mosel Tabs: 4

swisslog.mos - Fichier.mos - ldl x

Run Command: Fichier.mos Runner: Mosel CWD ENV

[Idle]

EXEMPLE DE RESULTATS PROPOSES PAR LE MODELE D'OPTIMISATION

- Proposition fournisseur**

Scénarios	Equipements	Belleville	Beaujeu	Trévoux	Villards	Villefranche	Tarare	Grandris	Saint Cyr	Coût d'investissement
VTTG	Calypso OS			0	0	3 (74%)	0	0		2,365,200 €
	Pegasus PUI			2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)		
VTTG + BB	Calypso OS	0	0	0	0	3 (97%)	0	0		3,186,000 €
	Pegasus PUI	2 (64%)	2 (49%)	2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)		
VTTG + Saint Cyr	Calypso OS			0	0	3 (85%)	0	0	0	2,775,600 €
	Pegasus PUI			2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)	2 (53%)	
VTTG + BB + Saint Cyr	Calypso OS	0	0	0	0	4 (81%)	0	0	0	3,769,200 €
	Pegasus PUI	2 (64%)	2 (49%)	2 (79%)	0	4 (82%)	2 (70%)	1 (54%)	2 (53%)	

- Réponse outil de modélisation**

Scénarios	Equipements	Belleville	Beaujeu	Trévoux	Villards	Villefranche	Tarare	Grandris	Saint Cyr	Coût d'investissement
VTTG	Calypso OS			0	0	3	1	0		2,515,200 €
	Pegasus clip			0	0	0	0	0		
	Pegasus pilulier			0	0	6	2	0		
VTTG + BB	Calypso OS	0	0	0	0	4	0	0		2,952,000 €
	Pegasus clip	0	0	0	0	1	0	0		
	Pegasus pilulier	0	0	0	0	7	2	0		
VTTG + Saint Cyr	Calypso OS			0	0	3	1	0	0	2,727,600 €
	Pegasus clip			0	0	0	0	0	0	
	Pegasus pilulier			0	0	7	2	0	0	
VTTG + BB + Saint Cyr	Calypso OS	0	0	0	0	4	1	0	0	3,568,800 €
	Pegasus clip	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pegasus pilulier	0	0	0	2	0	8	2	0	

INTERÊTS ET LIMITES DU MODELE

- **Outil d'aide à la décision**, permettant d'avoir une approche dynamique modulable selon :
 - le nombre d'établissements associés au projet,
 - le nombre de DU,
 - les amplitudes horaires d'ouverture des PUI,
 - la fréquence de livraison entre les sites.
- **Limites liées à l'évolutivité constante des offres fournisseurs**
 - outil peu adaptable par l'utilisateur en cas de modifications de configuration des automates

INTERÊTS ET LIMITES DU MODELE

- Automates de découpe chez Eco-Dex® travaillent en temps caché la nuit. Donnée difficile à modéliser → différences importantes entre les propositions du fournisseur et celles du modèle
- Extrapolations réalisées sur les prix des automates de Swisslog® en fonction de leurs capacités
- Prix catalogue – Non négociés dans le cadre d'un marché
- **Dimension ressources humaines**, autre enjeu fort de ce type de projet, **n'était pas incluse dans le modèle d'optimisation**

ACCOMPAGNEMENT SOCIETE CONSEIL

OBJECTIFS

- Réalisation dans une première étape d'un **audit organisationnel de l'ensemble des PUI du GHT**, afin d'identifier les temps PPH associés à chaque type d'activités
- Définir **l'impact du projet d'automatisation** en termes de temps PPH supprimés, partiellement impactés, non concernés, ou créés par la robotisation.

CATEGORISATION DES TÂCHES PAR PUI

- **Définition des temps :**
 - Exclusivement dédié à la dispensation nominative
 - Partiellement concerné par la dispensation nominative
 - Indépendant de la dispensation nominative
- **Evaluation GHT RNDB :**
 - 8 PUI, 14,3 ETP pharmacien (16 personnes) et 44 ETP préparateur
 - Près de 50% du temps préparateur dédié en totalité ou en partie à la **préparation et dispensation des médicaments**

CATEGORISATION DES TÂCHES PAR PUI

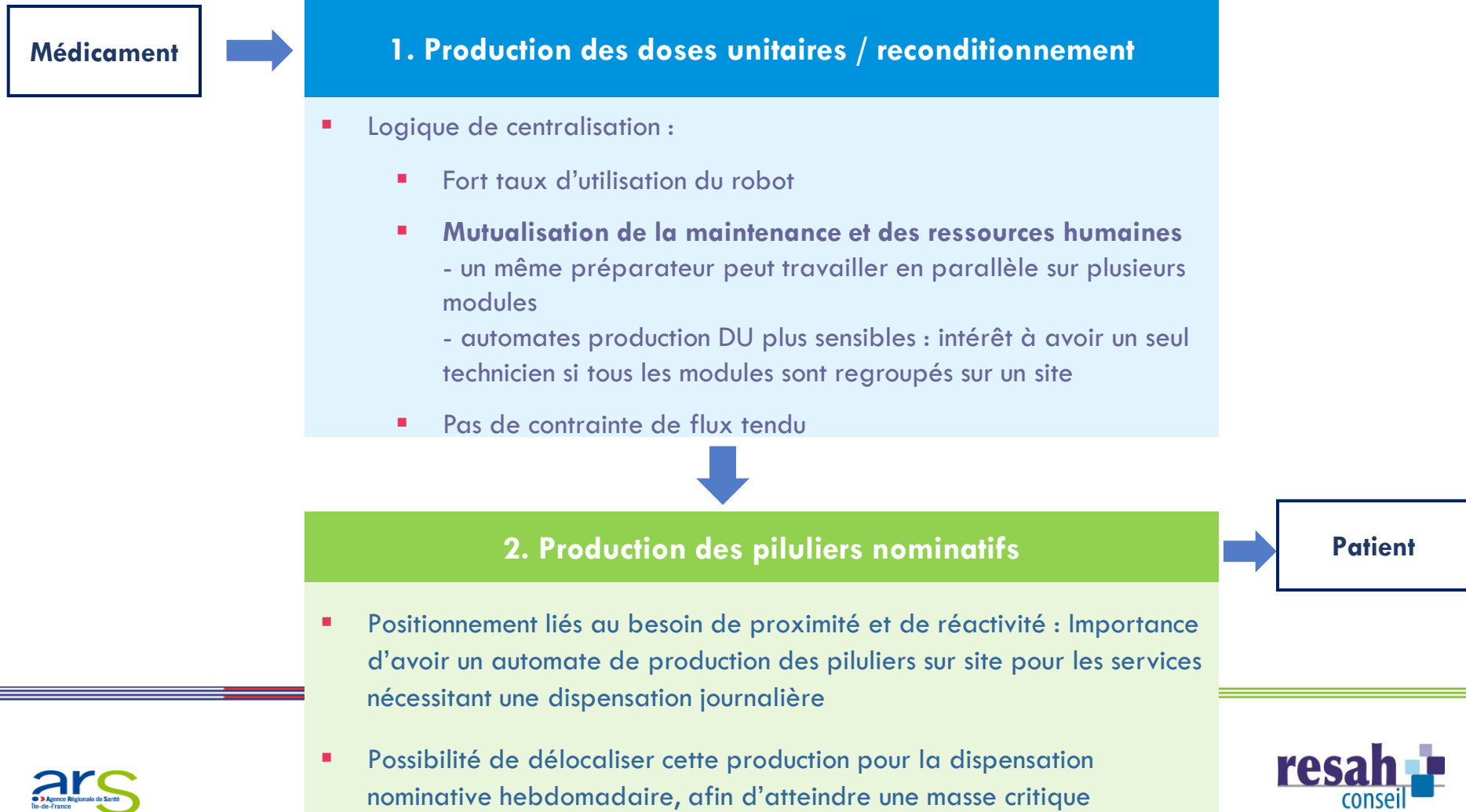
- Temps de travail préparateur impacté par l'automatisation de la DDN

	Temps entièrement consacré à des tâches de DDN	Temps potentiellement impacté par le projet d'automatisation	Temps indépendant de la dispensation nominative
PUI 1	13%	17%	70%
PUI 2	26%	32%	42%
PUI 3	43%	11%	46%
PUI 4 et 5	31%	46%	24%
PUI 6	14%	51%	35%
PUI 7	45%	17%	38%
PUI 8	59%	19%	22%
TOTAL	27 %	25 %	49 %

- **Les nouveaux besoins liés à la robotisation : évaluation en cours**
 - Estimation sur l'ensemble du GHT : 10,4 ETP – Données à affiner

VISION GLOBALE DU PROJET D'AUTOMATISATION

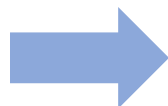
- 2 étapes : **production doses unitaires et dispensation nominative**



SCENARIOS TERRITORIAUX A ETUDIER

- ▶ Deux variables : **périmètres** et **sites de production des DU**

Nombre de sites de
production des doses
unitaires



1 site ou 2 de production des doses unitaires,
pour tout le territoire

Périmètre des
établissements
impliqués



3 ou 4 sites de dispensation nominative

Principe :

site avec dispensation journalière

= automate de préparation des piluliers

DISCUSSION

ELEMENTS DE CONTEXTE FAVORABLE AU PROJET

- Automatisation Dispensation Nominative
 - Élément principal du projet pharmaceutique du GHT
 - Travail pharmaceutique commun depuis 4 ans
- Une CHT à l'origine du GHT
 - CHT depuis 2010 pour 4 Hôpitaux : démarche volontaire!
 - Collaboration médicale depuis bientôt 10 ans
 - Confiance : Pharmaciens/PCME/Directeurs/Président CS
- Système information commun en place ou validé
- Projet Budgété (PGFP)

LES DIFFICULTES

➤ Travail d'identification des scénarii complexe

- Un périmètre adapté pour un fournisseur n'est pas adapté à la volumétrie des automates d'un autre fournisseur
- Répartition des modules de coupe et de dispensation sur le territoire
 - **Quelle efficience?**
 - **Quelle mutualisation?**
 - **Mise en œuvre des organisations logistiques associées**

➤ Composantes aléatoires nombreuses

- Evolutivité constante des gammes fournisseurs proposées
- Non inclusion pour l'instant des données de taux de pannes en vie réelle
- Organisation en cas de dysfonctionnement

LES PARAMETRES NON FINALISES

- Engagement des directions non encore effectif pour certains sites
- Droit PUI
 - Ordonnance PUI....
 - manque souplesse organisation projets coopération
 - doit être adapté aux GHT pour garantir prise en charge médicamenteuse coordonnée et sécurisée des patients
 - CGS
- Facturation dose unitaire
- Procédure d'achat

LES ENJEUX ASSOCIES POUR LES PUI

- **Centralisation et massification des volumétries d'activités pharmaceutiques : commande et approvisionnement** dans la configuration d'un ou deux sites de production de doses unitaires
- **Impacts sur établissements** avec opportunité de déployer d'autres activités
- Disparité tailles établissements
- **Divergence visions** : entre Directeurs/Pharmaciens/PCME, entre Directeur hôpital support/Directeurs autres hôpitaux, entre Pharmaciens
- **Enjeu majeur sujet ressources humaines**
- **Positionnement PUI Hôpital support/autres PUI**

CONCLUSION

- **Conception d'une activité d'automatisation de la dispensation individuelle nominative à l'échelle du GHT**
 - Sécurisation produits de santé
 - Objectifs d'amélioration de la qualité de la prise en charge médicamenteuse du patient attendus par la Certification HAS et les CAQES
 - Complexe à l'échelle d'un établissement alors à l'échelle d'un GHT...
 - Process industriel et logistique
 - Coordination ensemble enjeux géographiques, financiers, politiques et humains
 - Investissement fort dans PUI