



---

## **TP4 : Modélisation et évaluation des performances**

### **Livrable 1 : Etude de cas détaillée Production de services dans le domaine hospitalier**

---

**Bouchiba Alae  
Manita Youssra**

**Abidi Zaineb  
Ayed Safa**

**Groupe : G2/2**

<b>A. Choix et description du système physique de production :</b>	<b>3</b>
I- Description du système physique :	3
1) Transformation du services :	3
2) Gestion des approvisionnements et des fournisseurs :	4
II- Définitions des indicateurs des performances :	5
1) Indicateurs pour le système de gestion des stocks et des approvisionnements:	5
2) Indicateurs pour le système de gestion des approvisionnements et des fournisseurs dans un hôpital :	5
<b>B. Pilotage du changement à base d'un Digital Twin :</b>	<b>6</b>
I- Modélisation et simulation 3D du système physique :	6
1) Implémentation du système 3D sur AnyLogic :	6
a-Modélisation du système physique :	6
b- Analyse des indicateurs de performances :	12
Interprétation :	15
2) Implémentation du système de gestion des approvisionnements et des fournisseurs sur AnyLogistix :	15
a-Modélisation du système physique :	15
b- Analyse des indicateurs de performances :	18
II- Développement et mise en œuvre du Digital Twin :	19
1) La connexion entre Anylogic et Anylogistix :	19
2) La connexion entre le modèle digital et le modèle physique :	23

## A. Choix et description du système physique de production :

### I- Description du système physique :

#### 1) Transformation du services :

Le système de transformation de services dans le domaine hospitalier que nous avons choisi concerne la production de soins pour des patients à l'hôpital. Plus précisément, il s'agit d'un service de chirurgie orthopédique.

**Activité 1** : Réception dans un cabinet de dentiste

- Durée : 10 minutes
- Ressources humaines : Réceptionniste
- Ressources matérielles : Bureau, ordinateur, téléphone, logiciel de gestion des rendez-vous
- Moyens d'acheminement : Le patient se présente à la réception

**Activité 2** : Attente dans la salle

- Durée : variable (en fonction du temps d'attente)
- Ressources humaines : Aucune
- Ressources matérielles : Salle d'attente, chaises, magazines, télévision
- Moyens d'acheminement : Le patient attend dans la salle d'attente jusqu'à son tour

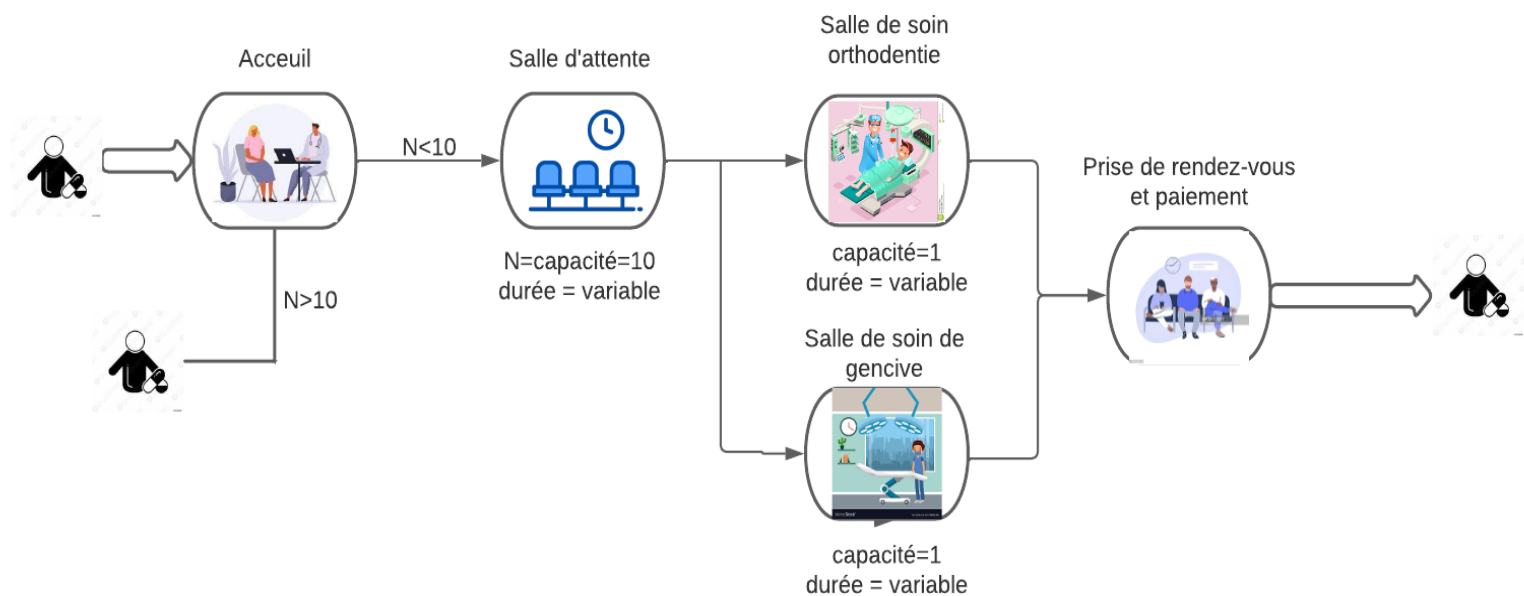
**Activité 3** : Acte dentaire : soin de gencive

- Durée : variable (en fonction du type d'acte)
- Ressources humaines : Dentiste, assistante dentaire
- Ressources matérielles : Cabinet dentaire, fauteuil dentaire, outils dentaires, produits dentaires, équipements de radiographie
- Moyens d'acheminement : Le patient est conduit dans le cabinet dentaire pour l'acte dentaire, puis retourne à la réception pour le paiement et la prise de rendez-vous

**Activité 4** : Acte orthodontie

- Durée : variable (en fonction du type d'acte)
- Ressources humaines : Dentiste, assistante dentaire
- Ressources matérielles : Cabinet dentaire, fauteuil dentaire, outils dentaires, produits dentaires, équipements de radiographie
- Moyens d'acheminement : Le patient est conduit dans le cabinet dentaire pour l'acte dentaire, puis retourne à la réception pour le paiement et la prise de rendez-vous

## 2) Gestion des approvisionnements et des fournisseurs :



Le système de gestion des approvisionnements et des fournisseurs dans un hôpital est essentiel pour garantir que les matières premières et les équipements nécessaires sont disponibles en quantité suffisante pour fournir des soins aux patients. Voici les différentes entités et activités associées à ce système :

### **Gestion des fournisseurs :**

1. Cette entité est responsable de l'identification et de l'approbation des fournisseurs, de la négociation des termes de paiement et des contrats d'approvisionnement, et de la surveillance de la qualité des fournitures reçues.

on a 4 fournisseurs de produits (matières premières) :

- 1 - Fournisseur1: qui va nous fournir des masques ,et des gants
- 2- Fournisseur2: qui va nous fournir des gobelets , des papiers ,et des seringues,
- 3- Fournisseur3 : qui va nous fournir l'alcool,et le liquide de stérilisation

### **2. Approvisionnement et réception :**

Cette entité est responsable de la gestion des commandes, de la réception des fournitures et des matières premières, de leur vérification par rapport aux spécifications et quantités commandées, et de leur stockage.

on utilise la méthode d'approvisionnement : **quantité fixe de commande** c'est une méthode qui consiste à proposer des quantités fixes pour couvrir les besoins nets d'une seule période avec un lot fixe de : **500 pièces de chaque produits**

On lance une commande d'achat d'un fournisseur si on atteint un seuil de stock égal à **100 pièces**

On suppose que *les délais de livraison* égal à **une semaine** pour tous les fournisseurs

### **3. Stockage :**

les produits livrés sont stockés dans un magasin dans le cabinet

## **II- Définitions des indicateurs des performances :**

### **1) Indicateurs pour le système de gestion des stocks et des approvisionnements:**

1. Réception dans un cabinet de dentiste :

- Durée d'attente moyenne des patients (en minutes) :

**temps total d'attente de tous les patients / nombre de patients accueillis**

- Taux de retard(%):

**durée réelle de la consultation / durée moyenne fixé d'avance**

Durée moyenne fixé d'avance : fixé d'avance 30 min/patient

- Nombre de patients accueillis par jour :

**nombre total de patients accueillis / nombre de jours**

### **2) Indicateurs pour le système de gestion des approvisionnements et des fournisseurs dans un hôpital :**

1. Niveau de stock de matières premières :

**Stock actuel de matières premières / Stock de sécurité des matières premières**

Le stock de sécurité est un niveau de stock minimum qui doit être maintenu pour éviter les ruptures de stock. Il est généralement déterminé en fonction du temps de livraison des matières premières et de la consommation moyenne.

2. Délai de livraison des fournisseurs :

**(Date de livraison réelle - Date de livraison prévue) / Nombre total de livraisons**

Le délai de livraison peut être exprimé en jours ou en heures, selon la fréquence des livraisons.

3. Coût total des achats de matières premières :

**Coût total des matières premières achetées / Nombre d'unités de matières premières achetées**

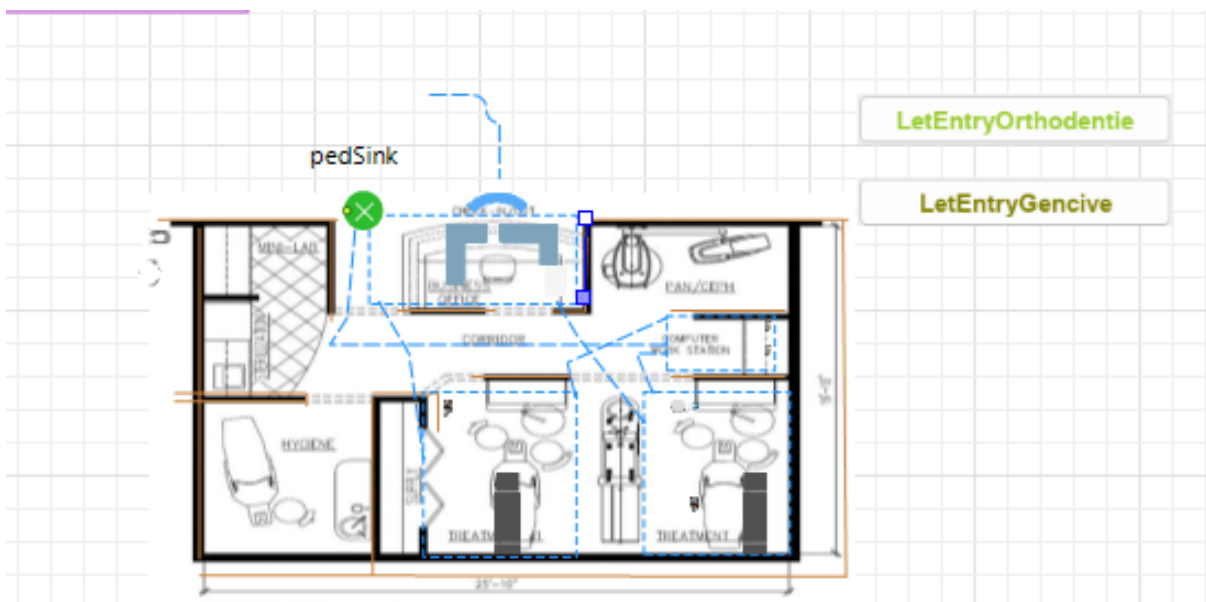
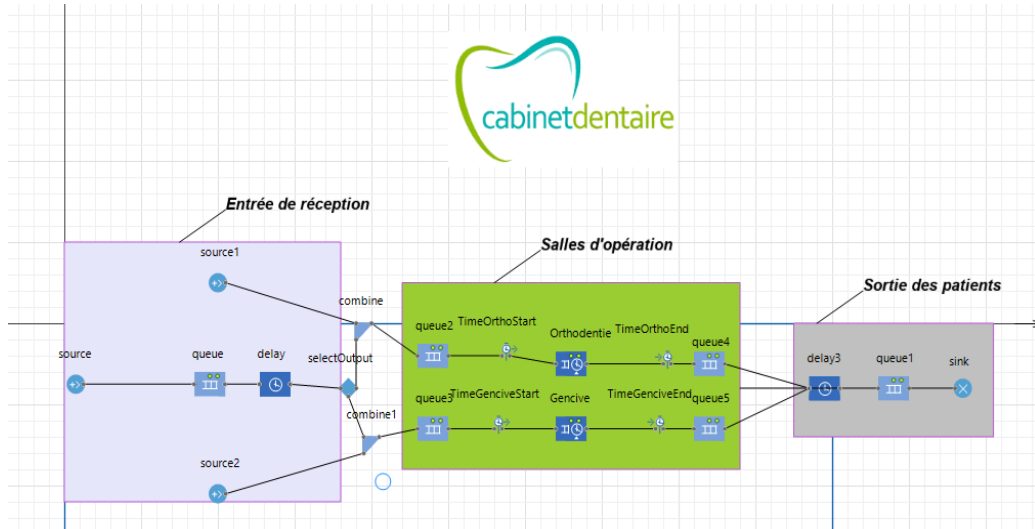
Le coût total des achats de matières premières peut inclure le coût d'achat des matières premières, les frais de transport, les taxes, etc. Il peut être exprimé en dollars, en euros ou dans une autre devise en fonction de la monnaie utilisée dans l'hôpital.

## B. Pilotage du changement à base d'un Digital Twin :

### I- Modélisation et simulation 3D du système physique :

#### 1) Implémentation du système 3D sur AnyLogic :

a-Modélisation du système physique :



- Delays :

Properties

delay - Delay

Name:

delay

Show name

Ignore

Type:

Specified time

Until stopDelay() is called

Delay time:

triangular( 0.5, 1, 1.5 )

seconds

Capacity:

10

Maximum capacity:

Agent location:

Sattente

delay3 - Delay

Name:

delay3

Show name

Ignore

Type:

Specified time

Until stopDelay() is called

Delay time:

triangular( 0.5, 1, 1.5 )

seconds

Capacity:

1

Maximum capacity:

Agent location:

node

- Les services : orthodontie et gencive

Gencive - Service

Name:

Gencive

Show name

Ignore

Seize:

(alternative) resource sets

units of the same pool

Resource sets (alternatives):

Add list

Queue capacity:

100

Maximum queue capacity:

Delay time:

triangular( 0.5, 1,

seconds

Send seized resources:

Agent location (queue):

node2

Agent location (delay):

Orthodontie - Service

Name:

Orthodontie

Show name

Ignore

Seize:

(alternative) resource sets

units of the same pool

Resource sets (alternatives):

Add list

Queue capacity:

100

Maximum queue capacity:

Delay time:

triangular( 0.5, 1,

seconds

Send seized resources:

Agent location (queue):

node1

Agent location (delay):

- combines : (pour assurer le fonctionnement des boutons)

combine - Combine

Name: combine Show name

☐ Ignore

The resulting agent is:

☒ Completely new
 ☐ agent1
 ☐ agent2

New agent (combined): patient

Change dimensions:

Agent location (1):

Agent location (2):

Agent location (combined):

Advanced

Add new combined agents to:

☒ default population
 ☐ custom population

Forced pushing:

Restore agent location on exit:

Actions

On enter 1:

On enter 2:

On exit:

Advanced

Agent type (in1): patient

Agent type (in2): patient

Agent type (out): patient

combine1 - Combine

Name: combine1 Show name

☐ Ignore

The resulting agent is:

☒ Completely new
 ☐ agent1
 ☐ agent2

New agent (combined): patient

Change dimensions:

Agent location (1):

Agent location (2):

Agent location (combined):

Advanced

Add new combined agents to:

☒ default population
 ☐ custom population

Forced pushing:

Restore agent location on exit:

Actions

On enter 1:

On enter 2:

On exit:

Advanced

Agent type (in1): patient

Agent type (in2): patient

Agent type (out): patient

- Time measure start et end : (pour chaque service)

TimeOrthoStart - TimeMeasureStart

Name: TimeOrthoStart Show name

☐ Ignore

On enter:

Advanced

Agent type: patient

☒ Single agent
 ☐ Population of agents

Model/library: Process Modeling Library (change...)

Visible: yes

☐ Visible on upper agent

☒ Log to database
 Turn on model execution logging

Show presentation

TimeOrthoEnd - TimeMeasureEnd

Name: TimeOrthoEnd Show name

☐ Ignore

TimeMeasureStart blocks: TimeOrthoStart

Dataset capacity: 100

Actions

On enter:

Advanced

Agent type: patient

☒ Single agent
 ☐ Population of agents

Model/library: Process Modeling Library (change...)

TimeGenciveStart - TimeMeasureStart

Name: TimeGenciveStart Show name

☐ Ignore

On enter:

Advanced

Agent type: patient

☒ Single agent
 ☐ Population of agents

Model/library: Process Modeling Library (change...)

Visible: yes

☐ Visible on upper agent

☒ Log to database
 Turn on model execution logging

Show presentation

TimeGenciveEnd - TimeMeasureEnd

Name: TimeGenciveEnd Show name

☐ Ignore

TimeMeasureStart blocks: TimeGenciveStart

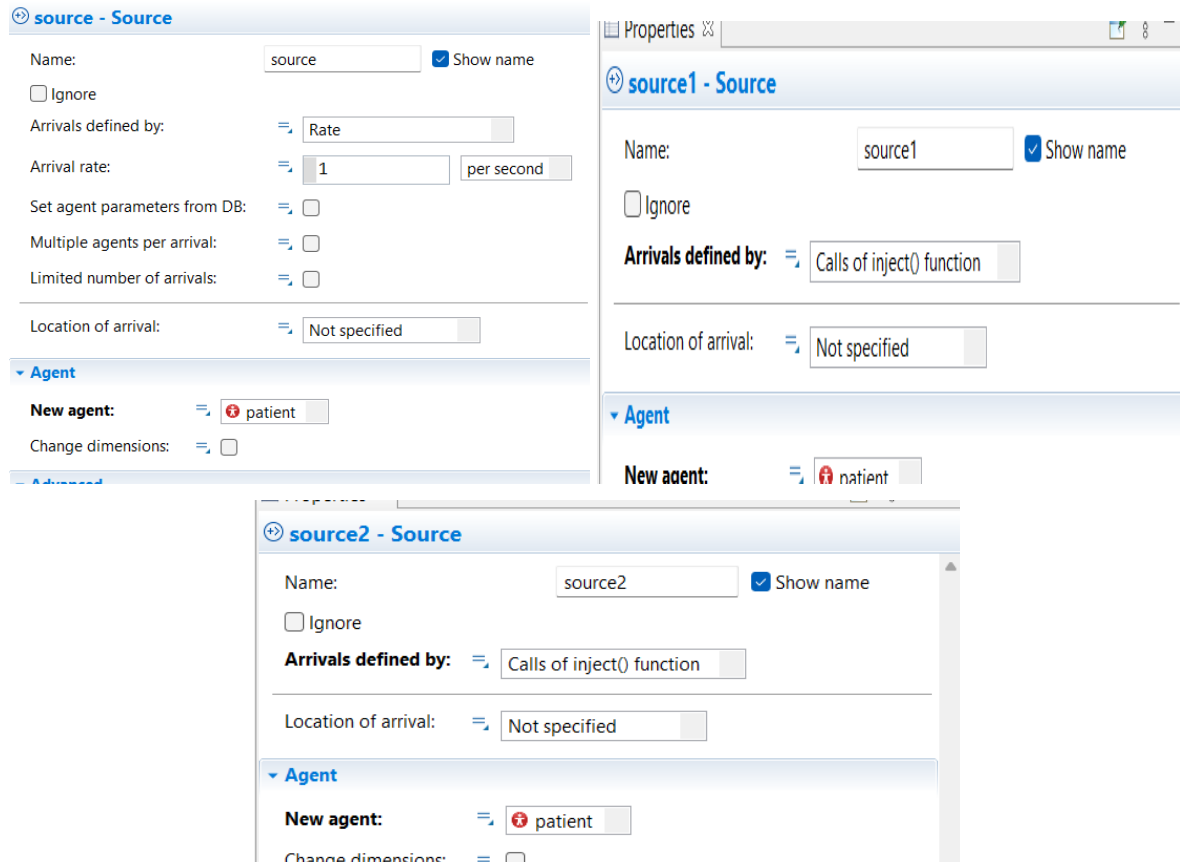
Dataset capacity: 100

Actions

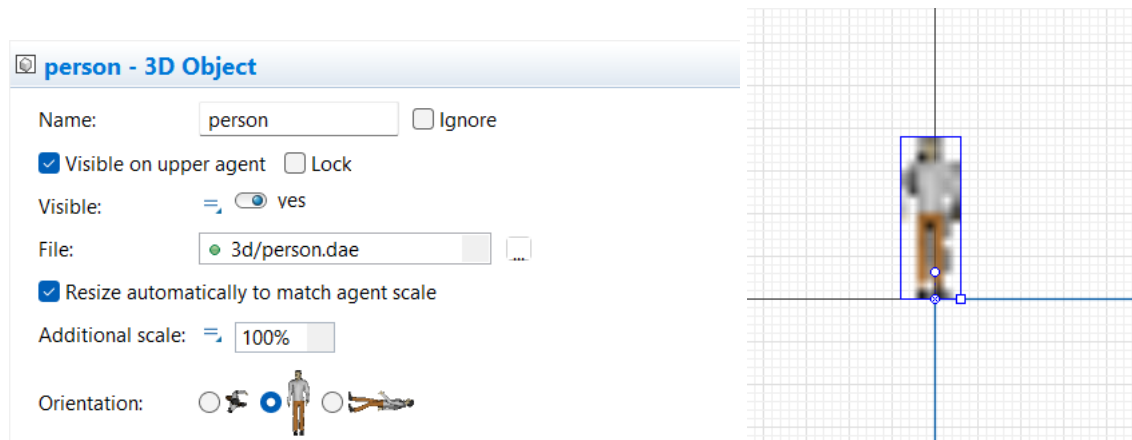
On enter:



- Sources :



- Agent : (patient)



- Bouton : **LetEntryOrthodentie**

Properties

**button - Button**

Name:  ☐ Ignore ☒ Visible on upper agent

☐ Lock

Label:

Enabled: ☒ yes

**Action**

**Appearance**

Text color:

Font:   pt

☐ Italic ☒ Bold

- Bouton : **LetEntryGencive**

**button2 - Button**

Name:  ☐ Ignore ☒ Visible on upper agent

☐ Lock

Label:

Enabled: ☒ yes

**Action**

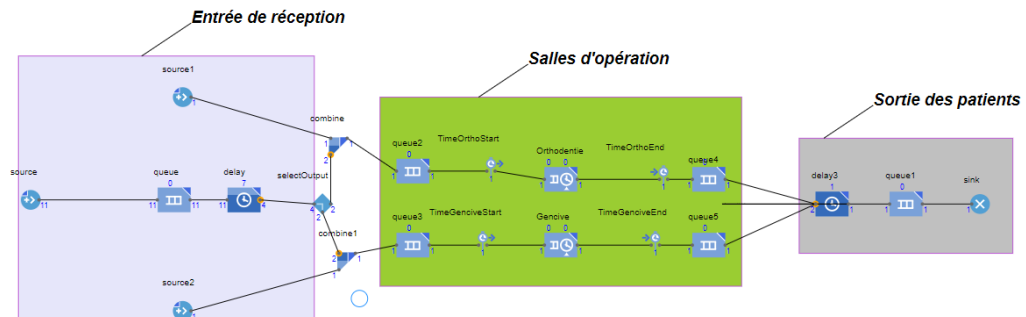
**Appearance**

Text color:

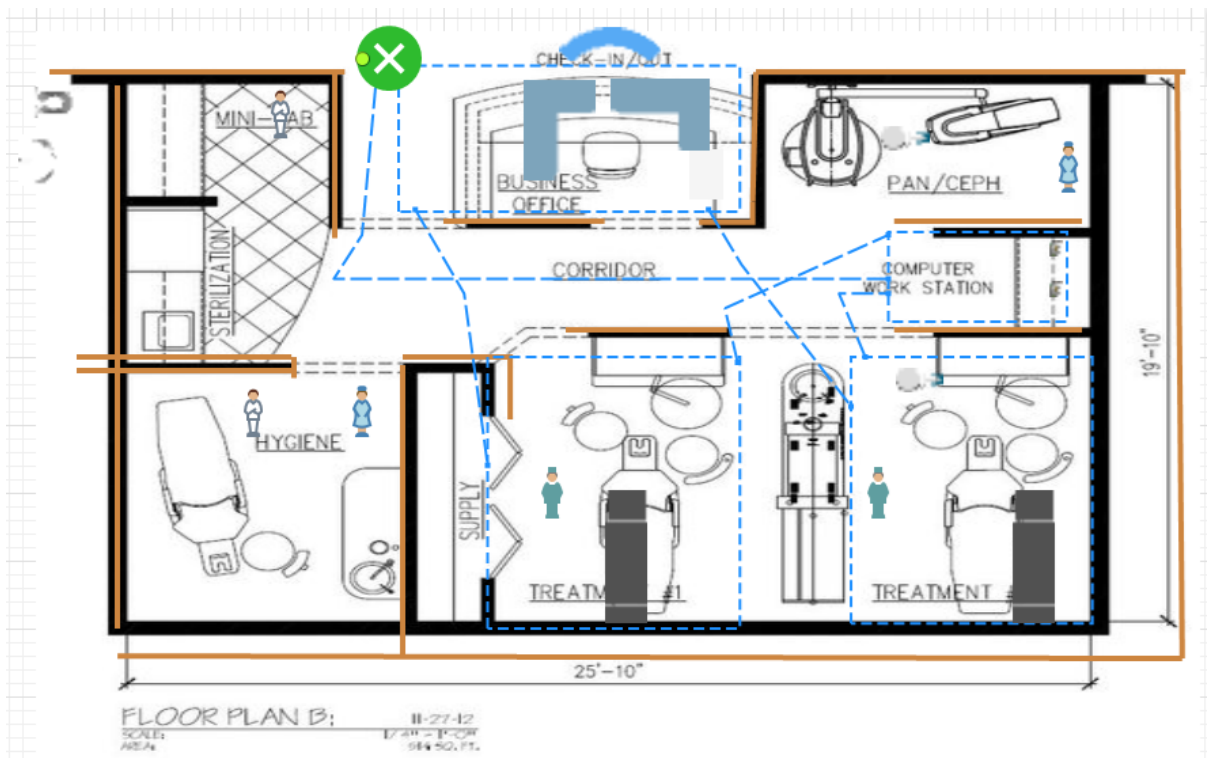
Font:   pt

☐ Italic ☒ Bold

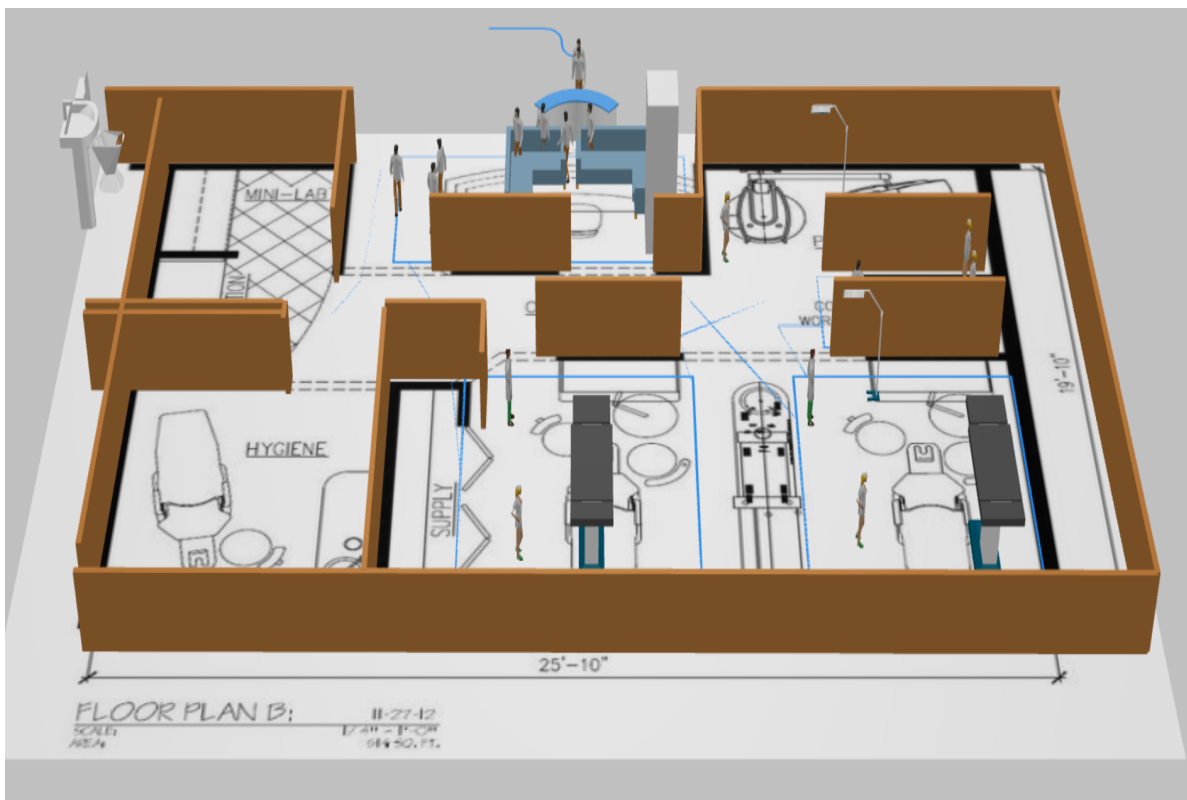
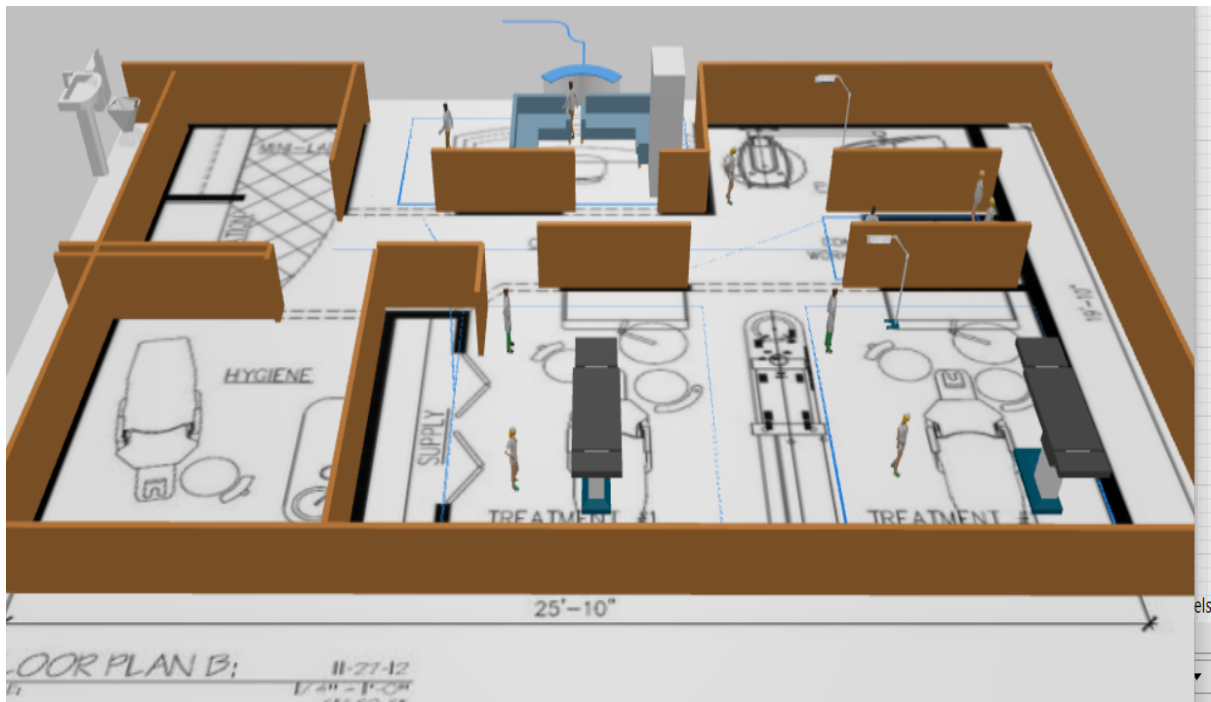
- Exécution :



- Modélisation 2D :

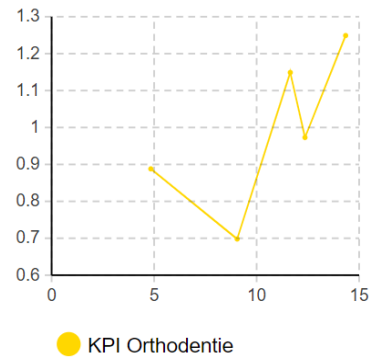
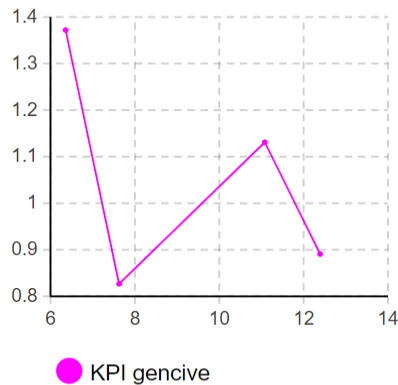


- Modélisation 3D :



b- Analyse des indicateurs de performances :

- Courbes obtenues lors de la mesure des indicateurs des performance durant les deux services (orthodontie et gencive) :



- Interprétation des taux de retard :

**Taux de retard (%) = durée réelle de la consultation / durée fixé d'avance**  
sachant que la durée fixée d'avance est de 30min / patient.

pour calculer ce taux, il faut fixer une échelle spécifique et convenable, qui sera comme suite :

**10 min dans la simulation = 24 heures réelle**

Ainsi, pour chaque minute réelle, une durée de 17 secondes(dans la simulation) sera affectée au patient pour calculer le KPI

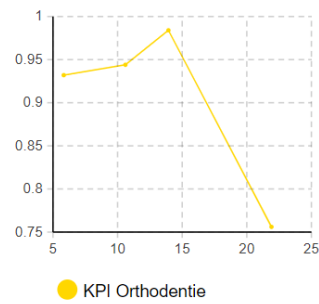
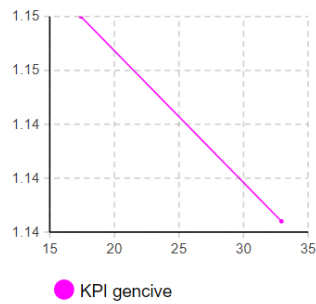
\*D'après les courbes, on constate que le système évolue dans les normes désirées, les boutons ajoutés ont pu symboliser le facteur des conditions réelles dans le cabinet dentaire(urgence chez le dentiste, retard d'un patient durant sa chirurgie..)

- Dans le cas d'un changement d'un système.

supposant que dans le cabinet, plusieurs patients ont eu un retard dans leurs services, cela peut affecter la performance du système de façon négative.

Ainsi, on peut penser à ajouter un bouton(LetEntry) qui peut servir à faire entrer à la salle d'attente que lorsque l'un des patients a quitté son service.Dans ce cas là, on aura un système comme suit :





## 2) Implémentation du système de de gestion des approvisionnements et des fournisseurs sur AnyLogistix :

AnyLogistix est une plateforme de simulation et d'optimisation logistique utilisée pour modéliser et simuler des opérations logistiques complexes afin d'aider à la prise de décisions efficaces en matière de planification et de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Elle utilise une approche multi-méthodes pour résoudre une variété de problèmes logistiques dans diverses industries telles que l'automobile, l'aérospatiale, la défense, la fabrication, le transport et la logistique.

### a-Modélisation du système physique :

#### L'interface utilisateur :

Dans notre cas le Customer est le client et on a un seul client qui représente le cabinet de dentiste  
**Client (Customer):**

The screenshot shows the AnyLogistix PLE interface. On the left, there's a sidebar with a 'Data' menu containing options like 'Simulation experiment', 'Variation experiment', etc. Below that is a 'New Scenario' section with options to 'Import Scenario from Excel' or 'Import Scenario from Database'. The main area displays a map of Tunisia with various cities marked. At the bottom, there's a table of products.

#	Name	Unit	Selling Price	Cost	Currency
1	gant	pcs	100	50	USD
2	masque	pcs	600	450	USD
3	bavoire	pcs	50	30	USD
4	goubelet	pcs	70	65	USD
5	papier	pcs	120	90	USD

#	Name	Type	Location	Inclusion Type	Additional Param...	Icon
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	Sfax customer	Customer	DC Ariana location	Include	Additional parame...	

#### Usines (Factories):

#	Name	Type	Location	Initially Open	Inclusion Type	Capacity	Capacity Unit
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	DC Tunis	DC	DC Tunis location	<input checked="" type="checkbox"/>	Consider	0	pcs
2	DC Sfax	DC	Sfax location	<input checked="" type="checkbox"/>	Consider	0	pcs
3	Factory	Factory	Factory location	<input checked="" type="checkbox"/>	Consider	0	pcs

#### Les demandes:

#	Customer	Product	Demand Type	Parameters	Time Period	Revenue	Currency
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	Sfax customer	papier	Periodic demand	Order interval=8, ...	(All periods)	20	TND
2	Sfax customer	alcool	Periodic demand	Order interval=5, ...	(All periods)	80	TND
3	Sfax customer	masque	Periodic demand	Order interval=5, ...	(All periods)	50	TND
4	Sfax customer	seringue	Periodic demand	Order interval=5, ...	(All periods)	100	TND

#### Inventaires (Inventories):

#	Facility	Product	Policy Type	Policy Parameters	Initial Stock, units	Periodic Check	Period
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	[Sites]	[Products]	Min-max policy	s=45,000, S=145,...	0	<input checked="" type="checkbox"/>	1
2	Factory	[Products]	Min-max policy	s=45,000, S=145,...	0	<input checked="" type="checkbox"/>	1
3	Factory	[Imported]	Order on demand	Order on demand	100	<input checked="" type="checkbox"/>	1

#### Les produits (Products):

#	Name	Unit	Selling Price	Cost	Currency
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	papier	pcs	30	4	TND
2	gant	pcs	40	0.1	TND
3	alcool	pcs	50	0.1	TND
4	liquide de stérilisa...	pcs	60	0.01	TND
5	seringue	pcs	100	0.2	TND
6	masque	pcs	20	0.1	TND
7	gobelet	pcs	50	0.1	TND

#### Expéditions (Shipping):



#	Sources	Destinations	Product	Vehicle Type	Type	Parameters	Priority
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	(All sites)	(All customers), (...)	(All products)	Vehicle type	LTL	Partial delivery	FIFO
2	Supplier	(All sites)	(All products)	Vehicle type	LTL	Partial delivery	FIFO

### Approvisionnement (Sourcing):

#	Delivery Destinat...	Product	Type	Parameters	Sources	Time Period	Inclusion Type
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	(All customers)	[Products]	Closest (Fixed So. ...)	No parameters	[Sites]	(All periods)	Include
2	[Sites]	[Products]	Closest (Fixed So. ...)	No parameters	Factory	(All periods)	Include
3	Factory	[Imported]	Closest (Fixed So. ...)	No parameters	Supplier	(All periods)	Include

### Type de véhicule (Vehicle Type):

#	Name	Capacity	Capacity Unit	Speed	Speed Unit
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1	Vehicle type	5,000	pcs	110	km/h

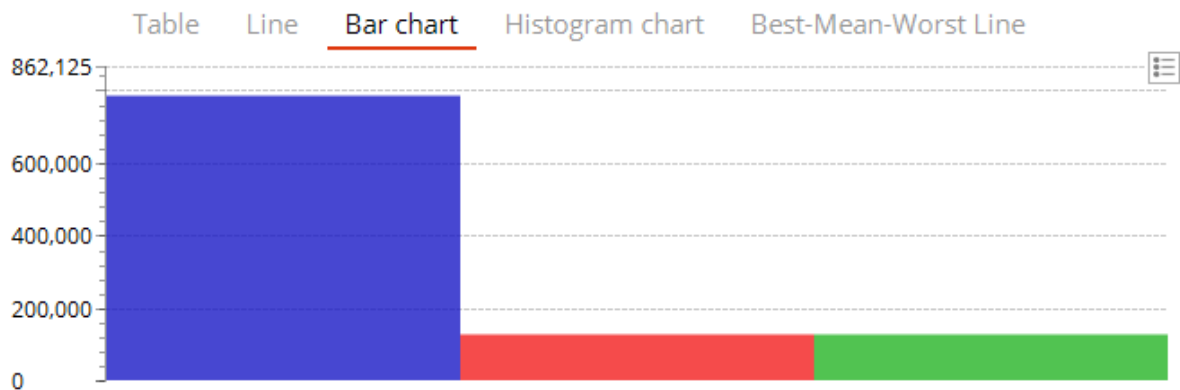
### Résultat simulation:



### b- Analyse des indicateurs de performances :

Concernant les KPIs choisis dans Anylogisticx, on a choisi de mesurer le temps de traitement des commandes, et le taux de livraison à temps. Et pour améliorer ces KPIs, on a créé des graphiques pour les visualiser et analyser les résultats pour améliorer la performance de notre système.

## Demand Received (Orders), Fulfillment (Late Orders), Fulfillment Received (Orders On-time)



Cette figure montre les demandes reçues par le client, les commandes qui sont arrivées en retard, et les commandes qui sont arrivées à temps. Pour mesurer le temps de traitement des commandes il faut suivre cette équation:

$$\text{temps de traitement des commandes} = \text{Temps d'arrivée de la commande} - \text{Temps de la demande}$$

Ainsi le taux de livraison à temps se calcule comme suit :

$$\text{Taux de livraison à temps} = \text{Livraisons à temps} / \text{Demandes reçues}$$

Afin d'améliorer ces KPIs on peut par exemple ajouter des véhicules de livraison pour que les livraisons arrivent à temps sans faire des retards.

Anylogistix nous fournit plusieurs calcul des données liées aux coûts, profits, demandes :

### Profit

	Statistics name	Value	Unit
1	Profit	582,153.12	USD

### Demand Placed (Orders) by Site

	Statistics name	Object	Value	Unit
1	Demand Place...	DC Ariana	3	Order
2	Demand Place...	DC Tunis	19	Order

Total Cost			
	Statistics name	Value	Unit
1	Total Cost	2,299,169.25	USD

## II- Développement et mise en œuvre du Digital Twin :

### 1)La connexion entre Anylogic et Anylogistix :

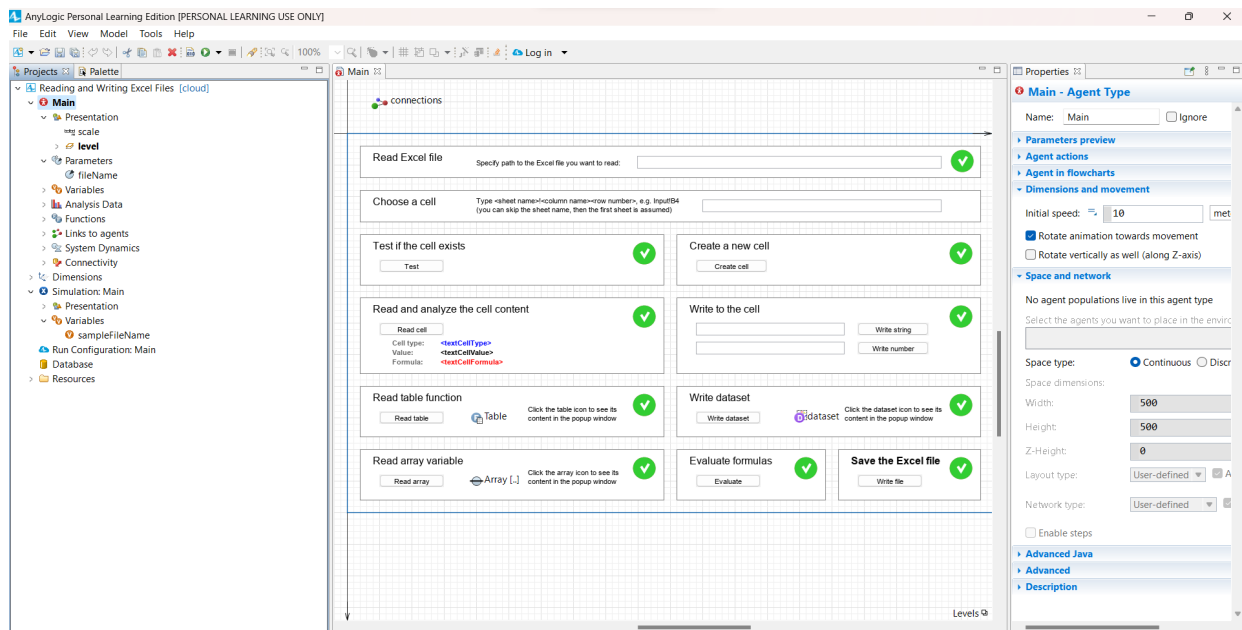
On peut exporter les données de simulation d'AnyLogistix (par exemple, les résultats des expériences de simulation) et les importer Anylogic dans pour effectuer des analyses de chaîne logistique. Pour ce faire, vous pouvez exporter les données sous forme de fichiers CSV ou Excel à partir d'AnyLogistix, puis les importer dans AnyLogic

Dans notre Cabinet de dentiste , on a essayé d'exploiter les données du fichier excel généré par Anylogistix propos la gestion des approvisionnement et des fournisseurs .

#### Fichier Excel :

<

#### Interface Anylogic :



la fonction **void readFile()** nous permet de lire une case "cell" de fichier excel puis on peut l'exploiter

```

Action

cellReadTried = true;
cellReadOK = false;

//use this code to obtain the cell type and analyze its contents
int type = excelFile.getCellType( cellName );

if( type == ExcelFile.CELL_TYPE_FORMULA ) {
    type = excelFile.getCellFormulaType( cellName );
    textCellFormula.setText( excelFile.getCellFormula( cellName ) );
} else {
    textCellFormula.setText( "" );
}

switch( type ) {

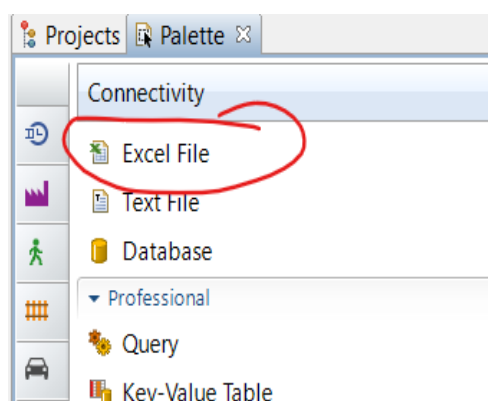
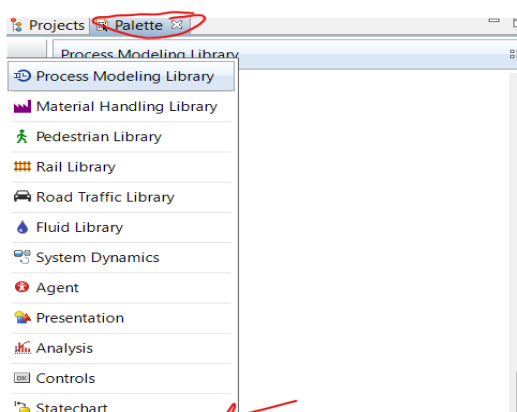
case ExcelFile.CELL_TYPE_STRING:
    textCellType.setText( "[String]" );
    textCellValue.setText( excelFile.getCellStringValue( cellName ) );
    break;
case ExcelFile.CELL_TYPE_NUMERIC:
    textCellType.setText( "[Numeric]" );
    textCellValue.setText( excelFile.getCellNumericValue( cellName ) );
    break;
case ExcelFile.CELL_TYPE_BOOLEAN:
    textCellType.setText( "[Boolean]" );
    textCellValue.setText( excelFile.getCellBooleanValue( cellName ) );
    break;
case ExcelFile.CELL_TYPE_BLANK:
    textCellType.setText( "[Blank]" );
    textCellValue.setText( "" );
    break;
default:
    textCellType.setText( "<unknown>" );
    textCellValue.setText( "" );
}

//end code



```

le code suivant nous permet de lire  
les données  
du fichier excel quel que soit de type  
numérique  
ou de type string

La configuration des variables :



le nom d

Properties  

**sampleFileName - Variable**

Name:  ☒ Show name

☐ Ignore

Visible: ☒ yes

Type:

Initial value:

**Advanced**

Access:



☐ Constant

☐ Save in snapshot

☐ System dynamics units:

**Description**

nom du fichier excel à exploiter

Properties  

**Main - Agent Type**

Name:  ☐ Ignore

**Parameters preview**

File name:

☒ No delimiter ☐ Add separator ☐ Begin section

**Agent actions**

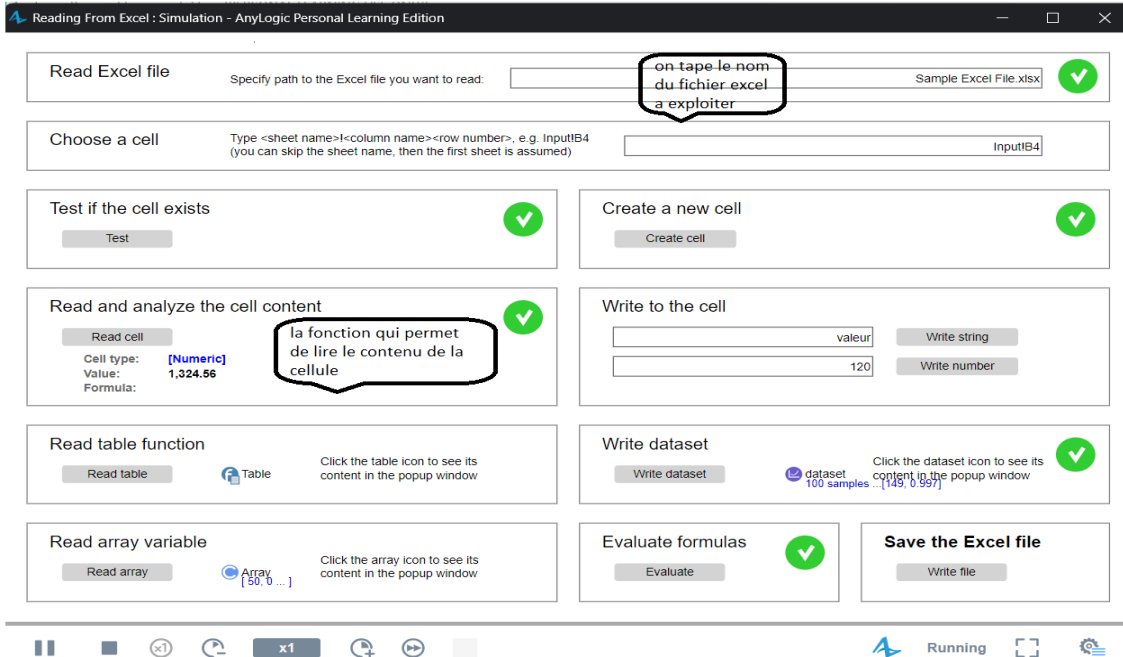
On startup:

```
//fill the dataset with some sample data
for( int i=0; i<150; i++ )
    dataset.add( i, sin(i/100.0) );

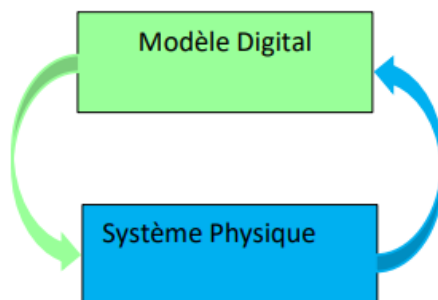
//initialize excelFile in case we work in desktop AL
//as user could select another file at Simulation page
if ( fileName != null ) {
    setupExcelFile(fileName);
    fileNameEditbox.setText(fileName);
}
else
    fileNameEditbox.setText("File is taken from a refere
```

On destroy:

Simulation :



## 2) la connexion entre le modèle digital et le modèle physique :



Dans notre cas, les flux de données reçus par le Digital Twin peuvent être introduits par une ressource humaine (opérateur) du système physique ou un système d'information, etc. Les flux de données envoyés par le Digital Twin peuvent être reçus par une ressource humaine sur un smartphone, un écran de visualisation,

Le ressource humaine va traiter une information dans une application mobile ou application web qui va être stockée dans un fichier excel . et comme anylogic capable de lire d'écrire les fichiers excels comme on a déjà montré dans le paragraphe précédent .

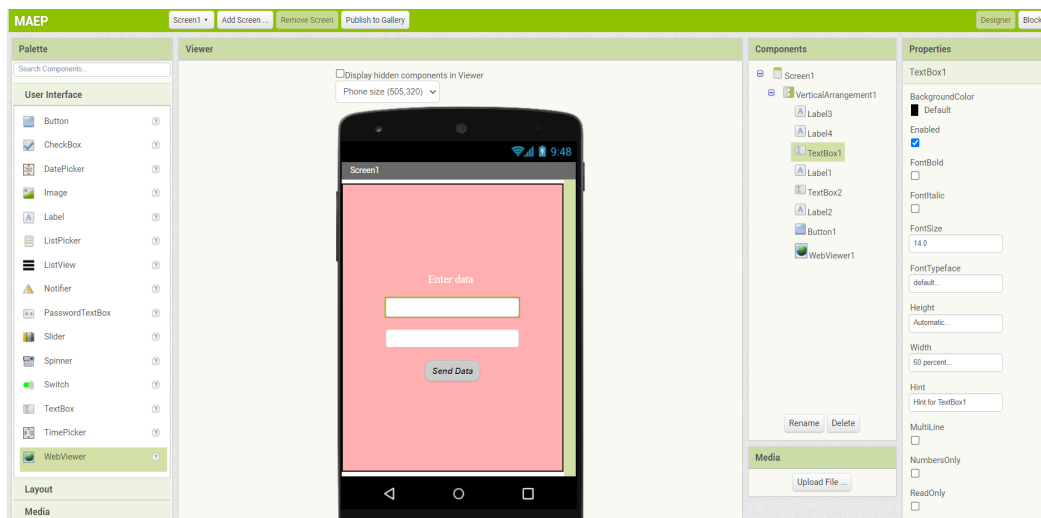
- Désigner une application avec l'outil l'inventeur de l'application MIT



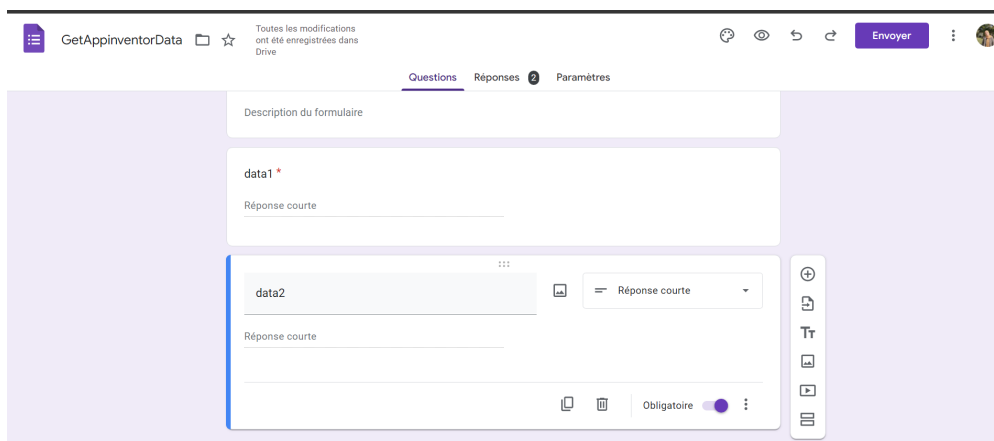
**App Inverter** est un outil proposé par Google qui permet de créer des applications mobiles Android en utilisant une interface visuelle simple, sans nécessiter de compétences en développement de logiciels. Il permet de transformer des applications web en applications mobiles natives en quelques étapes simples.

L'outil utilise un processus de création par glisser-déposer et permet aux utilisateurs de personnaliser l'apparence et le comportement de leur application à l'aide d'éléments pré-construits, tels que des boutons, des images, des champs de texte, etc. Les utilisateurs peuvent également intégrer des fonctionnalités supplémentaires, telles que la géolocalisation, la caméra et la connectivité aux réseaux sociaux.

Une fois la création de l'application terminée, elle peut être téléchargée et installée sur des appareils Android, ou même publiée sur le Google Play Store pour que les utilisateurs puissent la télécharger et l'utiliser. App Inventor est un outil très utile pour les personnes qui souhaitent créer rapidement des applications mobiles sans avoir à passer par l'étape de développement de logiciels complexes.



- Créer un formulaire à l'aide de google forms



- lier ce formulaire par google sheet ( c'est fichier excel)

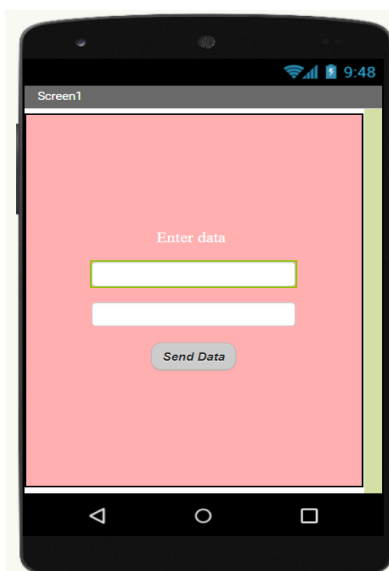
GetAppinventorData ☆ 📁 ☁

Fichier Édition Affichage Insertion Format Données Outils

↶ ↷ 🖨 📋 100% ▼ | € % .0 ← .00 → 123 | Par dé... ▼

A1 ▾ | fx Horodateur

	A	B	C
1	Horodateur	data1	data2
2	28/04/2023 22:39:21	az	azerty
3	28/04/2023 22:39:36	yosus	bn,
4	28/04/2023 23:07:45	gans	200
5	28/04/2023 23:07:56	masques	300
6	28/04/2023 23:08:16	bavaires	355
7	28/04/2023 23:08:37	gobelets	200
8			



A Travers cette interface l'opérateur peut remplir les données qui concerne les quantités dans les stocks de produits ( gants , masques , gobelets...) utilisés dans le cabinet . Les données sont stockées dans les fichiers excel partagés entre Anylogic et Anylogistix d'où lorsqu'on atteint le minimum le logiciel lance des demandes d'achat.

Les protocoles de communication entre le jumeau numérique et le système physique la communication en temps réel, le jumeau numérique est constamment alimenté en données provenant du système physique en temps réel. Cette communication peut être mise en place à l'aide de capteurs et d'interfaces de programmation d'application qui envoient des données en continu au jumeau numérique et par données entrées par l'opérateur

Pour mettre en évidence l'apport du Digital Twin, on peut effectuer des simulations sans le jumeau numérique et comparer les résultats avec les simulations effectuées avec le jumeau numérique. L'utilisation du jumeau numérique permet de simuler l'impact du changement sur le système physique avant son installation réelle, ce qui peut réduire le risque de perturbation du système en minimisant les erreurs de planification. Le jumeau numérique peut également permettre une meilleure prise de décision en fournissant des estimations plus précises des performances futures du système.



