

Rapport Final : Projet Erudite

Projet d'Ingénierie n°57
Spécifique à la Formation PARIN



Pierre LANTOINE - Emma DEMAREY-WILLIAMS
Julie MIGNERREY-KOELSCH - Natacha FRUCTUS

Semestre 8 - 2021

Table des matières

I - Présentation du Projet	3
1- Contextualisation et problématique	3
2- Présentation de l'équipe	3
3- Définition des objectifs	4
4- Organisation général du projet	4
II - Partie Technique : Le développement du jeu sérieux	5
1- Le principe de jeu	5
2- Description des interludes et des différentes phases	6
3- Mise en situation : test du jeu	9
4- Les livrables finaux	13
III - Partie Gestion de Projet : Bilan Critique	18
1- Appropriation du sujet et des objectifs	18
2- Gestion du temps et du planning	19
3- Gestion d'équipe	23
4 - Bilan sur la gestion de projet	25
Conclusion et perspectives d'avenir	27
Annexes	27
1- Diagramme de GANTT	28
2- Liens externes (disponible sur Google drive)	30
3- Bibliographie et base de Données	30
4- Extrait des livrables et comptes-rendus des réunions	30

I - Présentation du Projet

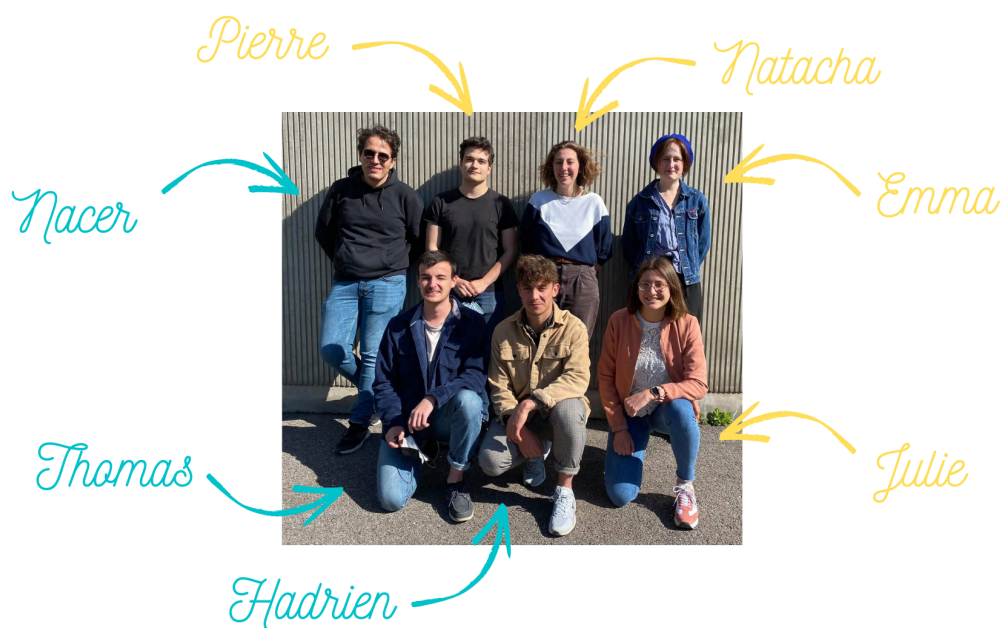
1- Contextualisation et problématique

Un projet de construction se divise en plusieurs étapes au cours desquelles les ingénieurs, les architectes et l'ensemble des acteurs du projet doivent collaborer. De nombreux outils ont été développés pour faciliter cette collaboration dans les phases avancées du projet. Par exemple, le BIM (Building Information Modeling) est un processus intelligent basé sur un modèle 3D qui offre à la maîtrise d'œuvre des informations et outils nécessaires pour planifier, concevoir, construire et gérer plus efficacement les bâtiments et infrastructures. Cependant, le BIM ne traite pas de la phase d'avant projet qui est pourtant une phase cruciale permettant de définir les orientations et les lignes directrices du projet. Il apparaît donc un réel manque d'outils amenant de nombreuses itérations dans le processus, une perte de temps et d'énergies avec une trop faible remise en question des techniques de constructions actuelles.

C'est pourquoi, dans un souci d'efficacité et de respect de l'environnement, nous avons réfléchi à améliorer la communication entre les acteurs d'un projet de construction et notamment entre les architectes et les ingénieurs dans l'étape d'avant projet.

2- Présentation de l'équipe

Notre équipe est composée de 4 ingénieurs de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Energie, de l'Eau et de l'Environnement (ENSE3) et de 3 architectes de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG) qui nous ont épaulés sur le projet tous les lundis après-midi. En voici sa composition:



3- Définition des objectifs

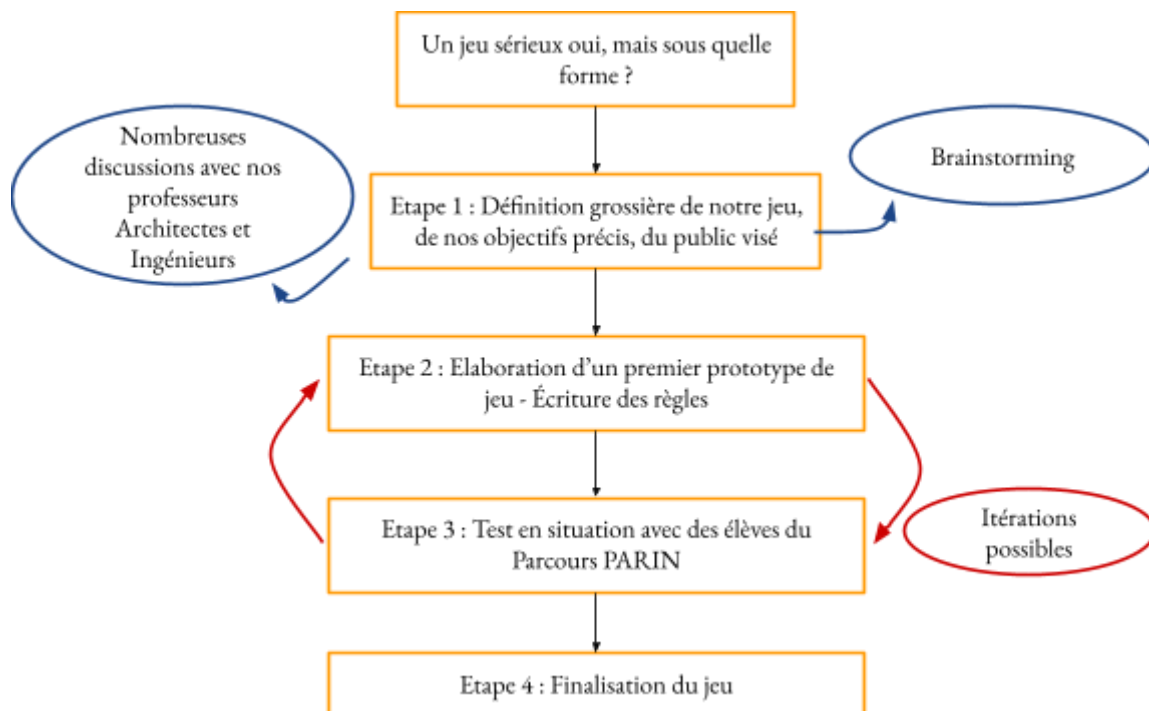
A partir de la problématique nous avons pu définir les enjeux du projet :

- (i) Faciliter la communication et la collaboration entre les architectes, les ingénieurs mais aussi les autres acteurs de la construction sur l'étape d'avant projet.
- (ii) Amener ces acteurs à questionner les techniques de constructions habituelles et à repenser le bâtiment d'une autre manière. Ainsi cela pourra aboutir à des solutions innovantes et passives.

Nous avons donc pour objectif de **créer un outil sous forme de jeu sérieux à destination de la maîtrise d'œuvre permettant d'associer et de répondre à ces enjeux.**

4- Organisation général du projet

Voici un organigramme général des différentes étapes principales que nous avons suivies tout au long du projet afin d'atteindre nos objectifs.



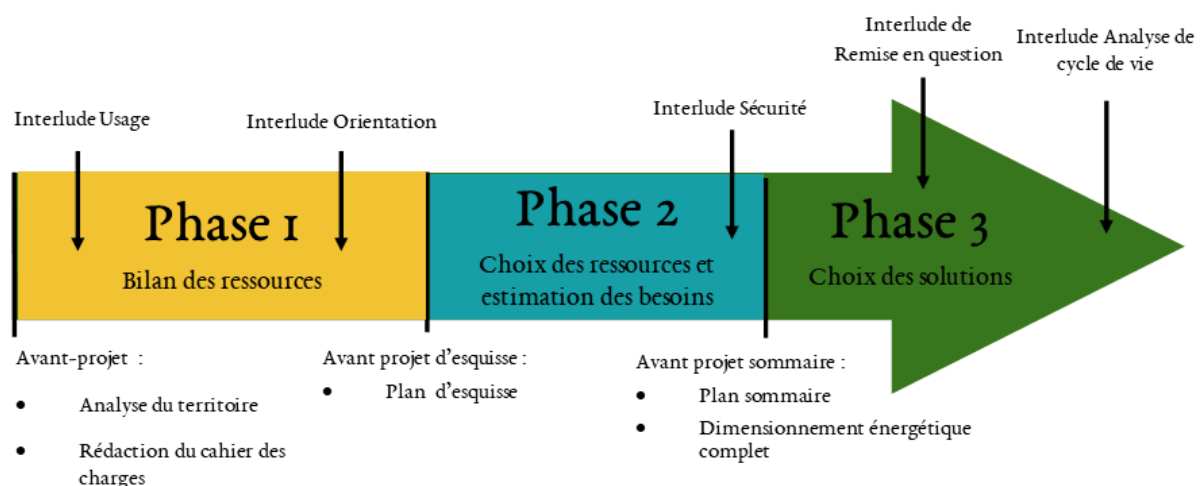
II - Partie Technique : Le développement du jeu sérieux

1- Le principe de jeu

Un Jeu sérieux ou Serious Game en Anglais est un outil qui permet d'allier des intentions sérieuses (idéologique, communicationnelle, pédagogique etc....) à un aspect ludique.

Dans notre cas, le jeu sérieux ERUDITE peut être défini comme un outil collaboratif d'aide à la décision tout au long de l'étape d'avant projet. Il a pour objectif d'amener une réflexion autour des problématiques environnementales et des méthodes de construction habituelles mais aussi de favoriser la collaborations entre les acteurs de la maîtrise d'œuvre.

Ce jeu est destiné aux Ingénieurs et aux Architectes représentant deux acteurs primordiaux de la maîtrise d'œuvre. Au cours du jeu d'autres acteurs décisionnaires comme la collectivité ou les clients seront amenés à intervenir mais ce ne sont pas les protagonistes principaux de notre jeu.



Chronologie du jeu sérieux ERUDITE

Le jeu se divise en trois phases. La première phase se concentre sur l'analyse du territoire afin de bien cerner les ressources à disposition. La deuxième phase consiste en la définition des besoins énergétiques et en matériaux. Lors de la dernière étape, les joueurs choisissent les solutions techniques. Chaque phase est accompagnée d'une ou plusieurs interludes qui permettront de soulever des questions importantes à l'élaboration d'un bâtiment durable. Toutes les phases sont détaillées dans la prochaine partie.

2- Description des interludes et des différentes phases

a) Description de la phase 1

La phase 1 se situe durant l'avant-projet. Cette phase nécessite que le cahier des charges du projet soit rédigé et que l'analyse du territoire ait été faite au préalable.

Lors de la première phase, les joueurs vont s'approprier l'analyse du territoire en analysant la disponibilité des ressources structurelles et énergétiques aux différentes échelles. Pour cela les joueurs s'aident d'un plateau de jeu sur lequel chaque cercle représente une échelle du territoire allant du jardin (parcelle de terrain de la construction) au pays.



Des jetons énergies (triangles) et matériaux (rectangles) de 3 tailles différentes sont mis à disposition des joueurs qui peuvent ainsi les positionner sur le plateau de jeu en fonction de la localisation des ressources par rapport à la zone de projet. La différence de taille entre les jetons permet aux joueurs de quantifier la ressource.

Cette phase permettra d'avoir une vision globale du territoire qui les guidera tout au long de l'avant projet et les incitera à construire de manière plus locale et responsable.

b) Description de la phase 2

La phase 2 se situe durant l'avant-projet d'esquisse. Elle intervient une fois que les plans d'esquisse de plusieurs scénarios sont terminés.

Dans cette deuxième phase, l'objectif est de définir les besoins énergétiques, structurels et d'isolation de différents scénarios du projet, puis de faire des combinaisons avec les ressources disponibles et à terme voir quels sont les scénarios les plus performants. Les critères de comparaison sont la compacité, l'ACV incomplète (énergie nécessaire à la production de la ressource et rejet de CO2 associé) et la validation de certains critères de la RE 2020. Le journal de bord a un rôle crucial dans cette phase car il comporte des tableaux de comparaison indispensables à la prise de décision.

Les joueurs doivent d'abord étudier la compacité, l'efficacité volumétrique et le rapport volume/surface des bâtiments de différents scénarios à partir des plans d'esquisses.

Ensuite, ils analysent la météo pour pouvoir déterminer approximativement les besoins énergétiques des bâtiments de chaque scénario. Les besoins énergétiques se composent du chauffage, de la climatisation, de la ventilation et de l'électricité. Une fois la partie énergétique réussie, ils passent aux matériaux pour la structure. Les joueurs créent de multiples combinaisons de ressources en matériaux pour les différents scénarios envisagés. Ils réalisent et comparent les ACV de chaque combinaison grâce aux sites diogen et INIES qui répertorient la plupart des ACV pour les matériaux du génie civil, et un tableur excel mis à leur disposition. Pour finir avec cette phase, les joueurs éliminent les solutions les moins pertinentes. Il reste 2 ou 3 scénarios pour la troisième phase.

c) Description de la phase 3

La phase 3 se situe durant l'avant-projet sommaire. Un plan sommaire du bâtiment et un dimensionnement énergétique complet sont nécessaires.

Lors de cette dernière phase, les joueurs vont devoir étudier un panel de solutions techniques énergétiques. Leur objectif est de constituer différentes combinaisons de solutions, de les comparer entre elles pour pouvoir déterminer laquelle semble être la plus performante.

Pour ce faire, les joueurs ont à leur disposition des cartes *Solutions* appartenant à différentes catégories :

- les cartes *Isolation* qui recensent l'ensemble des matériaux couramment utilisés pour isoler un bâtiment ;
- les cartes *Chauffage* qui présentent les principales techniques de chauffage ;
- les cartes *Ventilation* qui proposent différentes solutions pour ventiler le bâtiment.
- les cartes *Assainissement et gestion de l'eau* qui proposent différentes solutions pour le circuit d'eau du bâtiment.

Chaque carte *Solution* comporte les caractéristiques de chaque installation et matériau, ainsi que plusieurs indicateurs de performance, comme le coût, le rejet de CO2 à la fabrication ou à l'utilisation, ou encore le rendement. Ces indicateurs permettront aux joueurs de comparer les solutions entre elles.

— Ventilation —
VMC Simple Flux

Description:
La VMC simple flux est un dispositif permettant le renouvellement de l'air intérieur. Le fonctionnement d'une VMC simple flux est basé sur un extracteur électrique. Il est généralement situé dans le grenier et aspire l'air vicié de l'intérieur (humide et pollué) pour faire rentrer de l'air neuf de l'extérieur.

Caractéristiques		ACV	
Rendement (%)	70 - 80	Consommation (%)	45
Coût d'installation (€)	650 - 1500	Recyclage	non
Coût du produit (€)	< 150	Durée de vie (années)	20


Avantages:

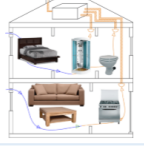
- Bon murmur
- Consommation faible
- Entretien facile

Inconvénients:

- Perte de mélange d'air donc augmentation des besoins de chauffage
- Effet osmomètre d'air froid possible

Fonctionnement:
L'extracteur aspire l'air ce qui crée une dépression dans la maison. L'air de l'extérieur va ainsi rentrer dans la maison grâce aux bouches d'entrées d'air situées dans les pièces principales (salle à manger, salon, chambre, bureau...). L'air entre par les bouches d'extraction situées dans les pièces de service, c'est-à-dire celles comme sont un point d'eau (cuisine, salle de bain, WC, etc.), en évitant d'associer avec l'extérieur via des gaines et une sortie en toiture.





Dans un premier temps, les joueurs choisissent quelle(s) énergie(s) ils vont utiliser pour le chauffage et la production d'électricité. Pour ce faire, ils se basent sur les résultats de l'analyse énergétique de la phase 1. Les joueurs composent ensuite différentes combinaisons de solutions : pour chaque combinaison, ils choisissent une carte *Solution* de chaque famille, ce qui signifie qu'une combinaison est constituée de 3 cartes *Solutions*.

Enfin, la dernière étape de cette phase est de comparer entre elles lesdites combinaisons. Les joueurs s'appuient sur la matrice de décision dans le journal de bord : après l'avoir remplie, ils peuvent ainsi conclure sur quelle combinaison leur paraît être la plus performante (selon les critères qu'ils auront retenus).

d) Descriptions des interludes

Le jeu ERUDITE contient également cinq interludes. Les interludes sont de petites étapes incluses dans l'une des trois phases principales abordant des sujets divers.

Interlude Usage :

L'interlude d'usage est la toute première étape du jeu. Elle a pour but de faire émerger de nouveaux prérequis et contraintes pour le bâtiment en se mettant dans la peau des futurs usagers du bâtiment. Les joueurs créent des personnages à partir de cartes *Usages* pour ensuite s'imaginer la journée de ces personnages. Cette interlude permet également de construire un graphe de présence dans le bâtiment, qui sera utile dans les phases suivantes pour dimensionner les besoins en énergies.

Interlude Orientation :

L'interlude d'orientation consiste à réfléchir au placement du bâtiment sur le lieu de construction en prenant en compte tous les éléments du bioclimatisme (le soleil, le vent, la température,...) et du plan d'urbanisme. Une fois l'implantation choisie, les joueurs réfléchissent également à la disposition des pièces en fonction de critères divers.

Interlude Sécurité :

L'interlude Sécurité est l'unique interlude de la phase 2. Elle permet simplement de ramener dans le jeu l'ensemble des contraintes liées à la sécurité et ensuite de faire les modifications nécessaires sur le projet.

Interlude Remise en Question :

L'interlude Remise en question intervient à la toute fin du jeu. Elle permet par l'intermédiaire de cartes *Remise en question* de confronter le projet et les choix qui ont été faits jusqu'ici par rapport à des sujets divers, allant de la biodiversité à des scénarios fictifs. Cet interlude permet aux joueurs de déterminer des pistes d'améliorations possibles du projet.

Interlude ACV :

L'interlude d'ACV fait figure de conclusion au jeu ERUDITE. Durant cette phase, les joueurs doivent effectuer l'ACV complète de tout leur bâtiment à l'aide du logiciel Elodie ou équivalent.

3- Mise en situation : test du jeu

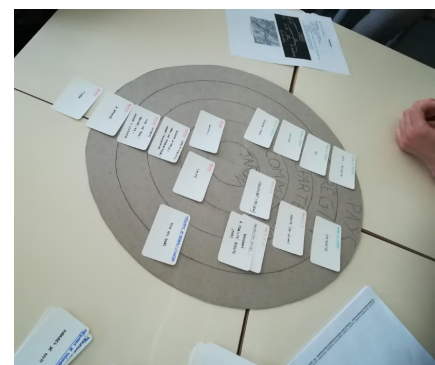
Ces trois sessions de tests s'inscrivent dans un projet fictif dans lequel les joueurs ont dû construire une maison de 200 m² pour quatre personnes sur la commune de St-Pierre-de-Chartreuse (38), le plus jeune des enfants étant une personne à mobilité réduite.



a) Test de la phase 1 : 29/03/2021

Nous avons testé notre première phase de jeu le lundi 29 Mars 2021 avec les élèves du parcours PARIN, les architectes Aurélie et Morgane et les ingénieurs Aliocha et Jérémy.

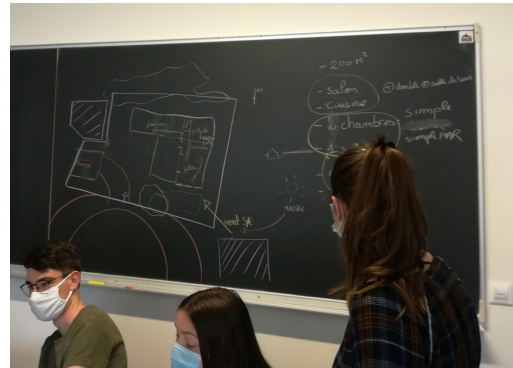
Ce premier test avait pour but de tester en situation la phase 1, l'interlude d'usage et l'interlude d'orientation. Nous avons commencé la session par leur décrire le contexte de cette session ainsi que le matériel et les informations à leur disposition. Ils ont débuté par l'interlude d'usage : ils ont regroupé l'ensemble des cartes *Usage* qui correspondaient à la situation des clients.



Après quoi, ils ont commencé à remplir le plateau en s'appuyant sur l'analyse du territoire de St-Pierre-de-Chartreuse (analyse du territoire faite par des élèves d'une précédente promotion de l'ENSAG). Pour cette première phase de test les joueurs ont utilisé notre première version du plateau et des jetons que nous avons fabriquée à la main avec du carton gris.

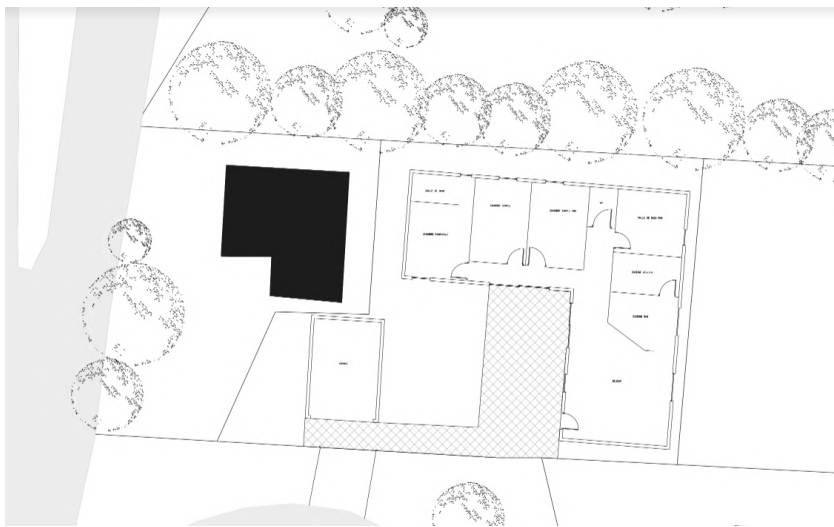
Ils ont ensuite terminé la session de test avec l'interlude d'Orientation. Ils se sont donc regroupés autour du tableau à craie de la salle de test et ont effectué les étapes une à une. Pour des questions de temps, les joueurs n'ont proposé et travaillé que sur un seul scénario d'implantation.

Cette première a montré que notre jeu permettait d'amener le dialogue et la collaboration entre ingénieurs et architectes. Au global, les retours furent bons et les objectifs atteints.

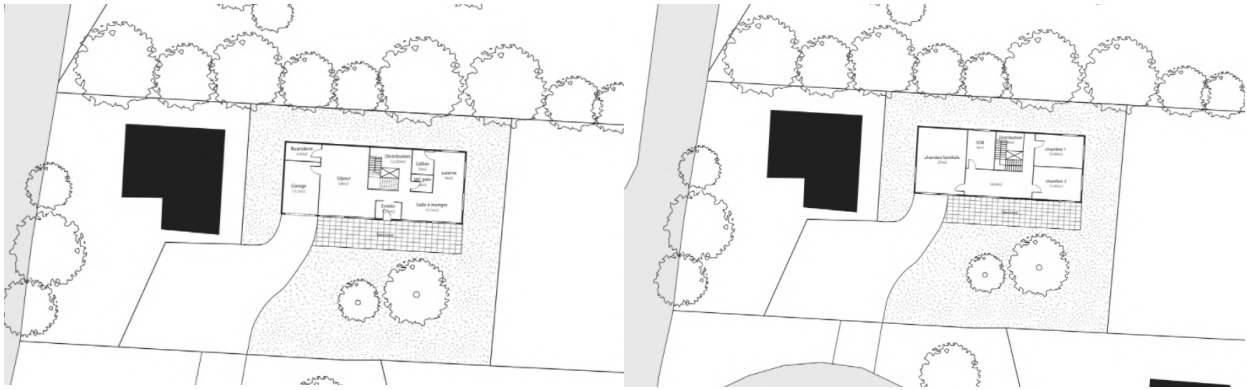


b) Test de la phase 2 : 12/04/2021

Nous avons testé la deuxième phase du jeu le lundi 12 avril 2021 avec les élèves du parcours PARIN : Socheat, Emma, Elodie et Laura. Pour cette phase, nous avons besoin de plusieurs plans d'esquisse des différents scénarios. Les architectes de notre groupe ont fait un plan chacun.

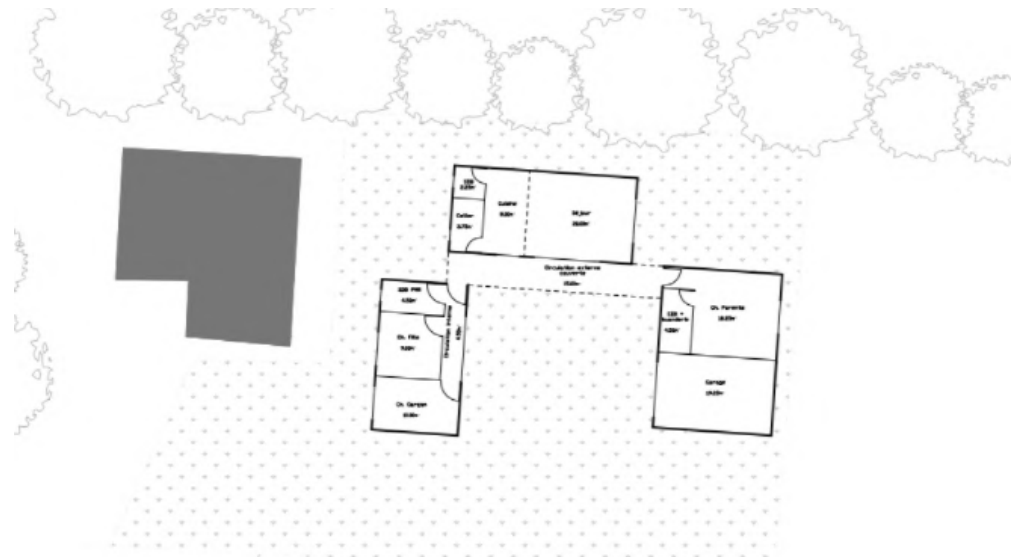


Scénario 1 par Hadrien



Scénario 2 par Thomas

Scénario 3 par Nacer



À partir de ces plans, les joueurs ont pu faire les différents calculs de la première étape. Ensuite, ils sont directement passés à la partie sur les matériaux car la partie énergétique n'était pas encore au point. La session a duré plus de 2h même sans la partie énergétique : nous nous sommes rendus compte de la densité de cette phase.

Nous avons remarqué que les joueurs avaient tendance à faire deux groupes, les ingénieurs d'un côté qui remplissaient les tableaux et les architectes de l'autre qui



faisaient les mesures sur les plans. Il y a eu un peu moins de dialogue que lors du test de la première phase. Cela est principalement dû au fait que cette deuxième phase est plus technique, avec beaucoup de calculs. De plus, notre groupe n'était pas au complet pour le test, trois membres étaient en distanciel, nous n'étions alors pas aptes à accompagner les joueurs aussi bien que la dernière fois.

Les retours nous ont permis d'améliorer et de clarifier la phase. En effet, suite au test, nous avons repris les formules de l'étape sur la compacité, nous avons également réfléchi de nouveau au degré de détail des estimations des besoins et revu la chronologie des étapes pour la partie matériaux.

c) Test de la phase 3 : 03/05/2021

Nous avons testé notre troisième phase de jeu le lundi 03 Mai 2021 avec les élèves du parcours PARIN, les architectes Yann et Alix et les ingénieures Dalia et Caroline.

Ce dernier test nous a permis de conclure la phase d'avant projet sur le scénario fictif que nous avons élaboré pour la phase test. Nous avons tout d'abord récapitulé le travail effectué précédemment par les autres groupes grâce au journal de bord, après quoi les joueurs ont échangé sur la source d'énergie de production d'électricité qu'ils privilégient pour leur bâtiment à l'aide du plateau de jeu élaboré à la phase 1. Lors de ce test, les joueurs ont pu jouer sur le plateau final que les architectes avaient imprimé la veille au FabLab.



Ensuite s'est engagée une phase de discussion autour des solutions d'isolation, de chauffage et de ventilation à mettre en place dans leur bâtiment. Afin de pouvoir comparer les différentes possibilités, les joueurs se sont aidés des cartes solutions que nous avons élaborées. A ce moment-là les cartes n'avaient pas encore pu être imprimées nous sommes donc servi de l'ordinateur et du vidéoprojecteur pour leur exposer les différents types de cartes. Voici quelques photos de cet échange.



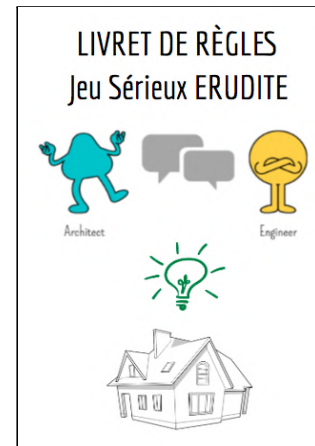
4- Les livrables finaux

a) Les règles du jeu et le journal de bord

Le livrable le plus important est le **livret de règles**, dont les joueurs se servent tout au long du déroulement de la partie. Il comporte toutes les informations requises pour le bon fonctionnement du jeu:

- la mécanique de jeu et le déroulé des différentes phases ;
- les outils à la disposition des joueurs (matériel de jeu et outils annexes) ;
- une description de certaines notions techniques indispensables pour mener à bien certaines phases et/ou interludes ;
- des exemples qui illustrent différentes situations de jeu.

Vous trouverez une partie du livret en annexe du présent document.



Un autre livrable essentiel est le **journal de bord**. Celui-ci a un double intérêt :

- Durant les phases de test, il nous permettait de consigner les résultats d'une semaine à l'autre, de manière à ce que les différentes équipes test puissent se baser sur le travail effectué lors des séances précédentes, et ainsi assurer une cohérence tout au long de notre projet fictif.
- Pour les joueurs, il permet non seulement d'effectuer un suivi du projet mais également de comparer les différentes solutions entre elles. Nous avons établi un certain nombre de matrices de décision, chacune intervenant à des moments différents et comportant différents critères. Ces tableaux constituent une base sur laquelle les joueurs s'appuient pour discuter des avantages et inconvénients de chacune de leurs solutions et ainsi aboutir au meilleur compromis.

c. Matrice de décision

	Combinaison 1	Combinaison 2	Combinaison 3
Isolation			
Coût			
Bilan avantages / inconvénients (+/-)			
ACV			
Chauffage			
Consommation de l'installation (kWh)			
Coût (système + électricité)			
Bilan avantages / inconvénients (+/-)			
ACV			
Ventilation			
Coût			
Consommation			
Bilan avantages / inconvénients (+/-)			
ACV global			
Bonus			
BILAN			

Couleurs à utiliser :



→ Conclusion : aux vues de ce que vous venez d'observer lors de cette phase, quelle combinaison adoptez-vous ?

Ci-contre est représenté un exemple des matrices de décision établies dans le journal de bord. Celle-ci intervient lors de la troisième et dernière phase du jeu, lorsque les joueurs doivent distinguer différentes combinaisons de solutions techniques dans le but de les comparer entre elles. Certains critères, comme le prix ou le rendement, sont quantitatifs, alors que d'autres, tels que les avantages/inconvénients, sont plutôt qualitatifs et doivent être évalués grâce à un code couleur. La liste des critères retenus n'est en rien exhaustive et a été constituée pour servir de base à la discussion entre les joueurs.

Vous trouverez le journal de bord en annexe de ce rapport.

b) Le matériel

Le **plateau** est l'élément central de la première phase. Il représente quatre cercles concentriques correspondant aux différentes échelles du projet. Il a été réalisé au FabLab de l'ENSAG par les étudiants architectes, qui ont utilisé la technique de la gravure laser sur du carton blanc. Le plateau est modulable : les anneaux sont détachables, ce qui permet de supprimer une échelle si celle-ci n'est pas pertinente (par exemple, si toutes les ressources nécessaires à la construction sont disponibles à l'échelle de la région, il est inutile de prendre en compte l'échelle du pays dans l'analyse du territoire).



Les **jetons** représentent les ressources à la disposition des joueurs et sont de deux types :

- les jetons *énergie*, de forme triangulaire équilatérale et de côté a . Ils englobent à la fois les sources de production d'électricité et de chaleur ;
- les jetons *matériaux*, de forme carré et de côté a . Ils correspondent aux matériaux qui seront utilisés pour la structure aussi bien que pour l'isolation.

Chaque jeton a été décliné sous différentes dimensions :

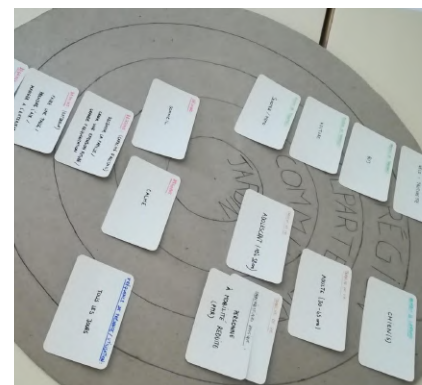
- un jeton de petite taille d'arête $a = 2$ cm, qui représente une ressource peu disponible ;
- un jeton de taille moyenne d'arête $a = 3$ cm, qui représente une ressource disponible en quantité correcte ;
- un jeton de grande taille d'arête $a = 4$ cm, qui représente une ressource disponible en grande quantité.

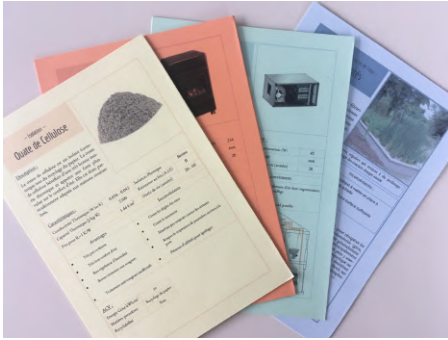


Ces jetons sont également utilisés lors de la phase 1 : les joueurs doivent les placer sur le plateau en fonction de leur disponibilité (échelle et quantité).

Les **cartes** sont utilisées tout au long de la partie et sont de différents types :

- Les cartes *Usages* sont utilisées lors de la première interlude du jeu (interlude Usage) et permettent aux joueurs de se mettre dans la peau des utilisateurs de bâtiment qu'ils conçoivent. Elles comportent différentes catégories, comme "mode de transport", "période d'utilisation", "tranche de vie", etc.



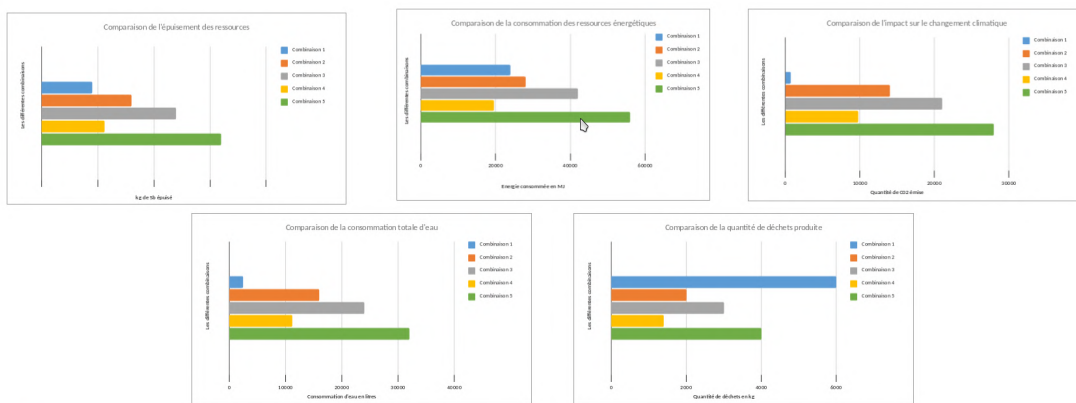


- Les cartes *Solutions* interviennent lors de la troisième phase. Elles décrivent différentes solutions techniques au niveau du chauffage, de l'isolation et de la ventilation du bâtiment. Nous avons effectué la mise en page d'une seule solution par catégorie, les autres étant recensées dans un tableur Excel. Sur le long terme, il s'agirait d'imprimer toutes les cartes Solutions au format adéquat.

- Les cartes *Remise en question* sont utiles durant la dernière interlude du jeu (interlude Remise en question). Les joueurs doivent piocher ces cartes et réfléchir aux questions qui y sont écrites.

Les *tableurs Excel* ont été mis en place pour aider les joueurs lorsqu'il s'agissait d'effectuer des calculs plus poussés. Plusieurs feuilles de calcul ont été élaborées :

- un tableur permettant d'obtenir un ACV sommaire des matériaux retenus, utilisé par les joueurs lors de la phase 2 ;



- un autre permettant de dimensionner l'épaisseur / la résistance thermique de l'isolant répondant aux besoins énergétiques du bâtiment via le site maison en conception ;

Calcul de la résistance thermique d'une paroi

1-Saisie de la composition de la paroi

Type de paroi:

matériaux	épaisseur (mm)	λ (W/m.K)
extérieur		
air extérieur		0,038
Laine de bois	190	0,2
Béton plein 1 (RT2005)	30	
intérieur		

2-Détails des calculs

matériaux	Résistance thermique (m².K/W)
extérieur (Rs,e)	0,04
air extérieur	4,74
Laine de bois	0,00
Béton plein 1 (RT2005)	0,15
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
intérieur (Rsi)	0,10

Un outil de maison-en-conception.fr

3-Résultat

U	0,199 W/m².K
R	5,03 m².K/W

- un fichier comprenant des ordres de grandeur d'émission de CO₂ des principaux modes d'acheminement des ressources.

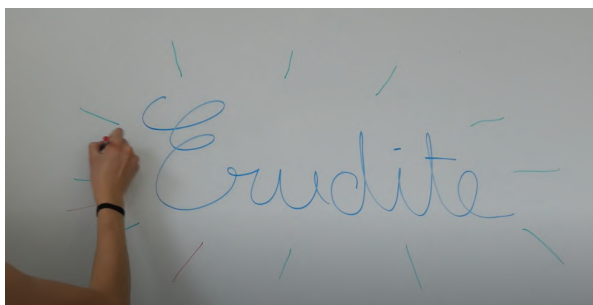
Ordre de grandeurs de l'émission gaz à effet de serre en kgCO ₂ eq/kWh selon les différents types d'énergies Valeurs de l'ADEME 2020 en France continentale ou du GIEC 2014		Ordre de grandeurs de gaz à effet de serre en kgCO ₂ eq/t.km selon les types de transports Valeurs de l'ADEME 2020 en France continentale	
Type d'énergie	Emission de gaz à effet de serre (kgCO ₂ eq/kWh)	Type de transport	Emission de gaz à effet de serre (kgCO ₂ eq/t.km)
Mix énergétique moyen - consommation	0,0599	Routier - Diesel et 7% de biodiesel	0,374
Centrale à charbon - production	1,06	Routier - Electrique	0,144
Centrale fioul - production	0,73	Routier - GNC (gaz naturel comprimé)	0,355
Centrale gaz - production	0,418	Routier - Hybride	0,32
Centrale nucléaire - production	0,006	Train - Charge moyenne	0,0066
Eolien en mer - production	0,0156	Avion cargo - Avec trainée (2018)	3,1
Eolien terrestre - production	0,0141	Maritime	0,013
Géothermie - production	0,045	Fluvial - Bateau automoteur et pousseur	0,03
Hydraulique - production	0,006		
Photovoltaïque - production	0,055		
Biomasse (GIEC 2014)	0,23		
Energie marée motrice (GIEC 2014)	0,017		
Electricité exportée - Impact Evité - Label E+/C-	0,082		

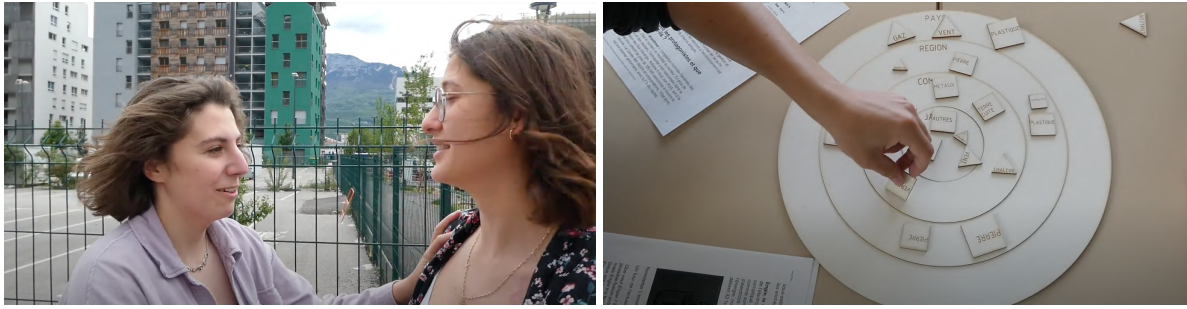
Enfin, le **tableau de craie ou tableau blanc** peut être utilisé tout au long de la partie, pour prendre des notes, effectuer des calculs ou des esquisses, exposer des solutions, etc. Il est notamment très utile lors de l'interlude Orientation, lorsqu'il s'agit de penser à l'implantation et l'organisation du bâtiment. En suivant le descriptif du livret de jeu, les joueurs dessinent tour à tour les contraintes liées au terrain, la direction de la lumière et du vent, les différentes pièces et les relations entre elles, etc.

c) Une vidéo de promotion du jeu

Un dernier livrable a dû être élaboré lors de ce projet : il s'agit d'une courte vidéo de présentation de notre jeu, sous la forme d'une vidéo promotionnelle. Ce livrable nous a été demandé par notre porteur de projet Stéphane Ploix assez tardivement et présente un double objectif :

- La présentation de notre jeu : nous y exposons les objectifs du projet, les différentes phases et interludes ainsi que leur déroulé, le matériel, etc.
- La promotion du parcours PARIN : notre porteur de projet a pensé cette vidéo comme un outil de présentation et de promotion de ce double cursus ingénieur-architecte, qui permettrait aux futurs étudiants d'avoir un premier aperçu des projets qui y sont proposés, des enjeux abordés, de la collaboration entre les étudiants ingénieurs et architectes, etc.





Cette vidéo a été réalisée avec notre matériel personnel et est toujours en cours de montage à l'heure où nous écrivons ce rapport. Elle pourra néanmoins être visionnée dès le mercredi 26 mai, date de la soutenance de notre projet.

III - Partie Gestion de Projet : Bilan Critique

1- Appropriation du sujet et des objectifs

Nous allons aborder ici comment notre groupe s'est approprié le sujet et ses objectifs.

A la base, notre porteur de projet, M. Ploix, nous demandait de développer une application sous Python pour faire coopérer les architectes et les ingénieurs en phase d'avant projet et ainsi amener de l'innovation dans le bâtiment.

Les objectifs du projet étaient très vastes mais plutôt clairs pour nous : améliorer la communication entre les acteurs principaux de la maîtrise d'œuvre afin de repenser le bâtiment et innover. Cependant, nous avons beaucoup de mal à visualiser comment nous allions pouvoir faire cela sous forme d'application qui nous paraissait trop "rigide" comme outil, et donc empêcherait de vraiment innover.

Très rapidement, après quelques réunions avec M. Ploix, nous nous sommes mis d'accord pour trouver un autre type d'outil pour atteindre les objectifs du projet. C'est à ce moment que nous est venue l'idée du jeu sérieux qui a tout de suite plu au groupe et à notre porteur de projet.

Une fois que nous avons mieux cerné le projet, nous avons commencé à brainstormer ensemble sur la forme que pourrait prendre le jeu. A la fin de chaque séance, nous faisons un retour à nos professeurs qui nous recadraient et nous permettaient de continuer dans la bonne direction.

Nous nous sommes très vite rendus compte de la complexité de notre projet ; en effet, nous devons être pertinents sans être exhaustifs car le sujet est trop dense pour tout aborder. De plus, la dimension du comportement humain apporte une grande incertitude. Notre professeur a utilisé un exemple très parlant pour nous faire comprendre cette problématique. Il a comparé notre projet à la construction d'un avion. Construire un avion serait facile car l'objectif final est d'amener les voyageurs d'un point A à un point B et qu'ils restent vivants, ce n'est pas grave s'ils s'évanouissent durant le vol. Quant à nous, notre objectif final est de faire vivre des humains dans un espace, et l'Homme étant totalement imprévisible, c'est une tâche très complexe. Il fallait que nous trouvions le juste équilibre entre quelque chose de trop surfacique, auquel cas les professionnels n'y verraient aucun intérêt, et quelque chose de trop poussé qui serait trop rentré dans des détails que nous ne maîtrisons pas.

Un autre point un peu bloquant a été le fait que notre projet était moins technique, cela constituait une difficulté pour nous en tant qu'ingénieurs car nous ne savions pas toujours comment se positionner par rapport au projet. Nous avons des connaissances très limitées au niveau du déroulé d'un projet de construction et son aspect architectural. Se renseigner sur notre sujet a été une première grande étape. Par la suite, les élèves architectes nous ont rejoint et nous ont permis de compléter les connaissances. Ils ont été d'une grande aide car ils ont une autre vision sur le sujet, grâce à eux nous avons pu vraiment considérer l'architecte dans notre jeu.

2- Gestion du temps et du planning

a) Présentation du Diagramme de GANTT et des Risques Identifiés

Dans cette partie, nous allons expliciter phase par phase le diagramme de GANTT final et les risques associés que nous avons pu identifier.

Notre diagramme de GANTT a beaucoup évolué au début car il a fallu définir et cerner plus précisément le projet. Il n'est donc pas pertinent d'utiliser notre GANTT initial puisque les étapes intermédiaires ont parfois disparu pour être remplacées par d'autres au fur et à mesure que le projet s'éclaircissait. Le diagramme ci-dessous a été fixé définitivement entre début et fin mars à la suite de la revue de projet numéro 2 lorsque notre cahier des charges est devenu clair.

Vous trouverez le diagramme de GANTT complet en annexe : *Annexe n°1 - Diagramme de GANTT*.

Étape 1 : Du 3 février au 3 mars

L'étape 1 correspond à une phase de recherche et de définition des objectifs qui s'étend sur 1 mois entier du 3 février au 3 mars.

N° et Nom de la tâche ↓	Date →	mercredi 3 février	lundi 8 février	mercredi 10 février	lundi 22 février	mercredi 24 février	lundi 1 mars	mercredi 3 mars
	Nb d'heures disponibles →	4h	2h	8h	2h	8h	2h	6h
	Dead line / Reporting →			Formation respo technique		Revue de projet n°1 / Formation respo finance / Formation Biblio		TD Gestion de Projet (11h20)
1	Phase de recherche / Définition des objectifs							
	Découverte du sujets - Définition des premiers objectifs							
	Quel système mettre en place ? Reflexion autour du jeu sérieux							
	Etude de la réglementation énergétique 2020							
	Comprendre la démarche d'analyse et de description d'un territoire							
	Analyse du travail d'anciens étudiants							
	Préparation revue n°1							
	Comprendre le fonctionnement d'un projet de construction							
	Participer à un jeu sérieux							
	Prise de contact avec des architectes/ingénieur							
	Synthèse de la phase de recherche							

Nous avons divisé cette étape en plusieurs sous étapes :

- Découverte des sujets - Définitions des premiers objectifs
- Quel système mettre en place ? Réflexion autour du jeu sérieux
- Etude de la Réglementation énergétique 2020
- Comprendre démarche d'Analyse du territoire
- Analyse du travail d'anciens étudiants
- Comprendre le fonctionnement d'un projet de construction
- Participer à un jeu sérieux
- Prise de contact avec des ingénieurs et architectes

Avant de réfléchir au jeu que nous voulions créer, il a d'abord fallu passer par une phase de recherche : comment s'organise un projet de construction et plus particulièrement l'étape d'avant projet ? (analyse du territoire, prise en compte des réglementations, interrogation des usages...) Comment fonctionne un jeu sérieux ?

Pour cette étape, deux risques ont été identifiés. Premièrement la prise de contact avec des ingénieurs ou des architectes afin d'avoir une discussion autour des projets de construction pouvait être laborieuse et prendre beaucoup de temps. Nous avons principalement discuté avec nos professeurs du parcours PARIN, les trois architectes Nicolas Dubus, Guillaume Pradelle et Jacques Felix-Faure et les 2 ingénieurs Olivier Bavarel et Stéphane Ploix. Le second risque est la participation à un jeu sérieux car cela demandait de trouver une séance de jeu se déroulant de préférence en présentiel et à Grenoble ou aux alentours. Nous avons voulu participer à la fresque du climat mais nous nous sommes plus tard rendus compte que ce jeu était assez éloigné de notre concept ; de plus, nous avions déjà une idée assez précise de ce qu'était un jeu sérieux au moment d'y participer. L'idée a donc été abandonnée.

Etape 2 : Du 24 février au 17 mars

L'étape 2 correspond à une phase de discussion avec les acteurs du territoire autour d'une première ébauche de notre jeu. Cette phase s'étend sur 3 semaines.

N°et Nom de la tâche ↓	Date →	mercredi 24 février	lundi 1 mars	mercredi 3 mars	lundi 8 mars	mercredi 10 mars	lundi 15 mars	mercredi 17 mars
	Nb d'heures disponibles →	8h	2h	6h	2h	8h	4h	8h
	Dead line / Reporting →	Revue de projet n°1 / Formation respo finance / Formation Biblio		TD Gestion de Projet (11h20)		Revue de projet n°2 (30min)	Arrivée élèves archi	
2	Discussion avec les acteurs du territoire							
	Préparation des interviews							
	Ebauche d'une mise en situation							
	Préparation revue n°2							
	Intégration des élèves architectes							
	Discussion avec des ingénieurs et des architectes							
	Bilan des recherches et des discussions, détermination du type/format de jeu							

Cette étape se divise en 3 grandes parties. Premièrement, la création d'un questionnaire destiné à interviewer des ingénieurs et architectes puis une éventuelle discussion avec eux. N'ayant pas eu de réelle prise de contact avec d'autres ingénieurs et architectes que nos professeurs, nous avons décidé de créer un questionnaire qui pourrait être diffusé via le réseau de l'école et de nos professeurs mais nous n'avons pas beaucoup insisté et cela n'a pas fonctionné.

La deuxième partie fut l'élaboration d'une première ébauche de jeu qui, après la réunion du lundi 8 mars avec notre porteur de projet Stéphane Ploix et Olivier Bavarel, a fortement été remise en question. Cela nous a poussés à revoir totalement notre modèle et à redéfinir nos objectifs.

La dernière partie fut la préparation de l'intégration des élèves architectes et la présentation de nos premières idées de jeu lors de la première séance avec eux. C'est cette partie qui pour nous représentait un réel risque : allions-nous réussir à laisser leur place aux architectes et à les impliquer dans notre projet alors que celui-ci avait déjà débuté depuis 1 mois et que les architectes n'étaient présents que le lundi ? Pour diminuer le risque nous avons au préalable discuté entre nous afin de nous mettre d'accord sur la façon de leur présenter le projet. Il a été décidé d'accorder l'intégralité du premier lundi après-midi à la présentation du jeu sérieux puis à l'échange et la discussion avec les architectes afin de connaître leur avis, leur motivation et leur vision des choses en ce qui concerne le projet. Nous avons ensuite instauré un récapitulatif tous les lundis en début de séance sur notre avancée de la semaine. Finalement, la collaboration s'est très bien déroulée, les architectes ont pu apporter une vraie plus value au projet grâce à leurs connaissances autour du bâtiment, de son

implantation (bioclimatisme etc...) , des questions de sécurité mais aussi autour du respect du PLU (Plan local d'urbanisme).

Etape 3 : Du 8 mars au 3 mai

Lors de l'étape 3 nous sommes passés à la conception du premier prototype de jeu. Cette étape a été très longue et s'est étendue sur 2 mois entiers.

N° et Nom de la tâche :	Date ...	lundi 8 mars	mercredi 10 mars	lundi 15 mars	mercredi 17 mars	lundi 22 mars	mercredi 24 mars	lundi 29 mars	mercredi 31 mars	lundi 5 avril	mercredi 7 avril	lundi 12 avril	mercredi 14 avril	lundi 26 avril	mercredi 28 avril	lundi 11 mai
	Nb d'heures disponibles ...	2h	3h	4h	3h	4h	3h	4h	3h	4h	3h	4h	3h	4h	3h	4h
Dead line / Reporting ...			Réunion de projet n°2 (30min)	Arrivée élèves archi						Quadrille 1er prototype	Fénel			Réunion de projet n°3 / Quadrille F10 F10 du 1er prototype		
3	Premier prototype															
	Contacter les futurs joueurs pour caler des dates pour les tests															
	Conception de la mécanique du jeu															
	Détermination d'un premier test pour le test															
	Préparation des phases suivantes du jeu															
	Test en situation de chaque phase et retour sur le test avec les élèves/ingé/archi															
	Préparation réunion n°2															
	Quadrille sur le premier prototype															

En effet, cette étape constitue le cœur de notre projet. Nous avons commencé cette étape par l'élaboration d'un second modèle de jeu, aux vues des remarques sur le premier modèle. Une fois que nous avons un modèle en adéquation avec les attentes de notre porteur de projet, nous sommes passés à une phase de rédaction des règles du jeu et de création du matériel. En parallèle de ça nous avons mis en place des tests en situation avec les élèves de la formation PARIN qui nous ont permis de vérifier si la mécanique de chacune de nos phases fonctionnait correctement et d'apporter directement les modifications nécessaires. Pour effectuer ces tests il a également fallu définir un projet fictif.

Pour cette étape, plusieurs risques ont été identifiés. Tout d'abord, nous nous sommes posés la question de faire jouer les tests à une vraie équipe de maîtrise d'œuvre, cependant cela est vite apparu trop complexe rien que par le simple fait de trouver une date commune entre 2 ingénieurs et 2 architectes sur une durée d'au moins 4h. Très vite nous avons décidé de faire jouer les élèves PARIN le lundi après-midi mais la question du temps pris au élèves sur leur temps de projet posait également problème. Pour réduire ce risque et pouvoir convaincre des élèves de participer à notre jeu nous avons décidé de :

- diviser nos tests en 3 séances étalées sur 1 mois et demi correspondant aux 3 phases de jeu.
- demander des élèves différents à chaque fois et de préférence des élèves de projet également différents au sein d'une même séance afin de ne pas mettre à "l'arrêt" un projet.

Ainsi, avec un peu de travail de synthèse de notre part, chaque élève participant consacrerait au maximum 1h30 au test de notre jeu. De plus cela nous a permis de reprendre les règles de jeu entre chaque séance pour améliorer notre prototype et de nous donner le temps de mettre au point la phase de jeu suivante.

Le second risque que nous avons identifié était que notre premier prototype ne fonctionne pas du tout. Un second prototype aurait alors été nécessaire et cela nous aurait fait perdre beaucoup de temps. Finalement, les réunions hebdomadaires avec nos professeurs pendant l'étape de définition du jeu nous ont permis d'aller dans la bonne direction. De plus, les tests échelonnés ont également aidé à la remise en question constante de notre jeu et le premier prototype a pu évoluer petit à petit sans être "mis à la poubelle" et devoir tout recommencer.

Etape 5 et 6 : Du 26 avril au 26 mai :

Les étapes 5 et 6 correspondent à des étapes d'amélioration et de synthèse du travail effectué. Ces 2 étapes s'étendent sur 1 mois.

N° et Nom de la tâche ↓	Date →	lundi 26 avril	mercredi 28 avril	lundi 03 mai	mercredi 05 mai	lundi 10 mai	mercredi 12 mai	lundi 17 mai	mercredi 19 mai	mercredi 26 mai
	Nb d'heures disponibles →	4h	8h	4h	8h	4h	8h	4h	8h	1h
	Dead line / Reporting →				Revue de projet n°4 (facultatif)				Deadline Rapport final	Soutenance Orale
5	Elaboration et mise au point du prototype									
	Mise au point du prototype final - Rectification du livret de règles									
	Création d'une vidéo promotion du jeu									
	Elaboration du plateau et des jetons au Fablab									
	Présentation de notre jeu à nos professeurs (sur 3 des créneaux ?)						?	?		?
	Regarder délais pour recevoir notre jeu									
	Commande matériel									
6	Phase de finalisation/ Mise en forme									
	Rédaction Rapport Final									
	Préparation de la soutenance									

Lors de l'étape 5 nous avons mis au point le prototype final et le livret définitif de règle grâce aux retours obtenus pendant les séances de tests. Les élèves architectes nous ont permis d'éviter le risque lié à une commande d'un jeu personnalisé chez un fournisseur qui peut s'avérer complexe à cause du délai de commande et du fait de commander un seul exemplaire de jeu. En effet, il ont pu imprimer un plateau de jeu et des jetons en cartons-bois au Fab-Lab de l'ENSAG. Ce matériel correspond à notre matériel définitif.

Enfin, pour clôturer notre travail, nous avons décidé de réaliser une vidéo "promotionnelle" de notre jeu dans lequel nous expliquons le principe du jeu et où nous abordons la collaboration entre ingénieurs et architectes au sein de notre groupe de projet.

Finalement, l'identification des risques et l'adaptation de notre planning d'organisation et de notre cahier des charges initial nous a permis de nous organiser et d'élaborer un diagramme de GANTT définitif cohérent avec notre projet nous permettant d'atteindre nos objectifs et de respecter nos délais.

b) Répartition du temps entre la partie technique et la partie gestion

En ce qui concerne la répartition du temps entre la partie technique et la partie gestion de projet nous pensons pouvoir considérer que nous avons consacré 25% du temps à la gestion de projet contre 75% du reste à la partie technique.

En effet, les architectes n'étant avec nous que sur les séances du lundi, il nous a semblé important de prendre 30 à 45 min à chaque début de séance pour expliquer aux architectes ce que nous avons pu faire le mercredi et pendant la semaine. De même en fin de séance nous prenions 15 minutes afin de nous fixer des objectifs pour le mercredi ou le lundi suivant. Concernant la séance du mercredi nous avons vite pris l'habitude de dédier 1h en début d'après-midi pour faire le point sur le travail effectué sur la matinée ou entre le lundi et le mercredi mais aussi pour mettre à jour notre cahier des charges et notre diagramme de GANTT. Tout comme la séance du lundi, nous prenions 45 min à la fin pour définir le travail à effectuer pour la séance suivante. A cela, il faut ajouter le travail ponctuel pour préparer les revues de projet puis le temps de rédaction du rapport final.

Ainsi tout cela correspond à une moyenne d'environ 3h par semaine sur 12h au total dédiée à la gestion de projet soit 25% du temps.

c) Comment avons nous géré le troisième confinement et l'obligation à plus de distanciel ?

La période partiellement en distanciel du troisième confinement a été pour nous la période la plus complexe à gérer. Nous étions en pleine phase de test de notre premier prototype à l'annonce du confinement et le passage en distanciel de la plupart des cours a engendré une hésitation à arrêter les tests. En effet, la moitié du groupe est rentré chez ses parents, nous étions donc moins nombreux lors de la séance de test du lundi ce qui nous a un peu démotivé d'autant plus que nous avions du mal à définir notre phase 2.

Finalement, nous avons décidé de maintenir le test prévu pendant cette période. Sur le moment le test a été laborieux, nous n'étions pas prêt à faire jouer la phase en partie à cause de la perte de temps et de motivation lié au distanciel. De plus, nous avons eu des difficultés à tenir au courant l'ensemble du groupe de ce qu'il se passait durant le test. Cependant, avec le recul, ce choix de maintenir les tests a été un bon choix qui nous a tout de même permis d'avancer et de nous rendre compte que la phase 2 de notre jeu n'était pas encore au point. De plus, la bonne cohésion du groupe a rapidement permis de pallier les problèmes liés au mode 'hybride' en séparant les tâches entre ceux en présentiel et ceux en distanciel et en mettant ensuite en place des réunions pour faire le point sur ce qui avait été fait des deux côtés.

3- Gestion d'équipe

a) Organisation générale de l'équipe

Durant les premières semaines du projet, nous avons énormément travaillé en présentiel, car nous nous sommes rapidement rendu compte que dans le cadre de notre projet nous avions besoin de poser les bases des mécaniques de nos jeux et de notre organisation et que le présentiel était essentiel pour faire cela efficacement.

Nos séances ont donc très rapidement pris la forme suivantes :

- 8h à 12h : Travail en autonomie et en distanciel
- 13h30 à 14h15 : Retour sur les travaux de la semaine et de la matinée des différents membres en présentiel
- 14h15 à 14h35 : Point sur le GANTT et modifications si nécessaires
- 14h35 à 16h30 : Discussion d'équipe autour du sujet du jour
- 16h30 à 17h30 : Détermination des tâches à faire pour la séance suivante puis répartition du tâche parmi les membres.

C'est également durant ces premières séances que nous nous sommes attribués chacun nos rôles et les formations correspondantes. Dans la mesure où nous étions quatre et qu'il y avait quatre postes à assurer, nous nous sommes répartis les rôles en fonction de nos préférences :

- Emma Demarey-Williams : Formation finance
- Natacha Fructus : Correspondante technique
- Julie Mignerey-Koelsch : Responsable de projet
- Pierre Lantoine : Formation Bibliographie

De même dans le cadre du module d'Anglais, il nous était également demandé de présenter à l'oral notre projet. Deux d'entre-nous ont présenté le projet lors de la première session et les deux autres à la seconde.

Aux termes de ces premières semaines, nous avons compris que le présentiel était particulièrement utile pour dégrossir le travail en amont et énoncer les grandes lignes d'une partie projet, mais que certaines tâches comme la rédaction des règles ou les recherches bibliographiques étaient bien plus efficaces en distanciel. Dès lors que nous commençons une nouvelle partie, nous discutons ensemble du plan des différentes sous-parties puis nous nous attribuions chacun certaines de ces sous-parties. Cette technique nous permettait de rédiger rapidement des passages assez conséquents car vu que nous avons déjà relevé les éléments principaux de chaque paragraphe en amont, il ne s'agissait plus que de les rédiger.

Il est cependant important de noter que notre équipe comptait à l'origine cinq ingénieurs. Mais Cyprien Chapelle n'a pas pris part à ce projet. Nous l'avons sollicité à plusieurs reprises pendant les premières semaines, mais faute de réponses nous avons fini par considérer qu'il ne faisait plus partie du projet et nous nous sommes organisés comme si nous n'étions que quatre membres.

b) Intégration des étudiants architectes

Trois étudiants architectes, Thomas, Hadrien et Nacer, ont rejoint notre équipe à partir du lundi 15 mars et ont travaillé avec nous tous les lundis après-midi jusqu'au lundi 10 mai.

Pour s'assurer que ces trois architectes s'intègrent bien au projet, nous avons réservé toute l'après-midi du lundi 15 mars pour leur présenter notre travail depuis un mois et demi. Ces échanges furent particulièrement enrichissants car nous n'avions pas encore eu l'occasion de confronter notre jeu au regard d'architectes.

Ils nous ont notamment aidé pour concevoir les interludes d'usages et de sécurité, ont conçu trois scénarios pour le test de la phase 2 et fabriqué le plateau et les jetons finaux du Fablab.

c) Relation avec notre coordinateur et notre porteur de projet

Notre porteur de projet et enseignant encadrant était Stéphane Ploix et notre coordinateur était Brahim Ramdane.

Dans la mesure où le cahier des charges de notre projet s'est développé durant les premières semaines de notre projet. Nous organisons avec M.Ploix des réunions d'une demi heure chaque semaine pour faire un point sur notre avancement et pour définir plus en profondeur les attentes du projet. C'est notamment

durant l'une de ces premières réunions que nous avons redéfini l'objectif de notre projet et qu'un outil Python est devenu un jeu sérieux. Ces réunions hebdomadaires ont cessé au bout de trois occurrences dès lors que les attentes autour de notre projet furent clairement définies et que le temps de travail entre chaque étape du projet s'est rallongé. Quand les étudiants architectes nous ont rejoint sur le projet durant les lundis après-midi, nous avons eu directement les retours de M.Ploix et de M.Baverel (enseignant de l'ENSAG, intervenant dans le parcours PARIN) en fonction de notre avancement. Nous discutons des résultats de chacune des phases de tests et ils nous aiguillaient sur les éléments importants à inclure dans notre jeu.

Notre relation avec notre coordinateur s'est résumée aux trois revues de projet (24 Février, 10 Mars, 14 Avril). Il nous donnait quelques conseils sur la gestion du projet et des précisions sur les livrables finaux.

4 - Bilan sur la gestion de projet

Le bilan de cette gestion de projet est globalement positif, dans la mesure où le ratio "ce qui a fonctionné / difficultés rencontrées" penche plutôt en faveur du premier. Nous avons rencontré un certain nombre de problèmes, notamment par rapport aux tests de nos différentes phases : il aura fallu composer avec une logistique qui n'était pas toujours évidente, les étudiants s'étant inscrits pour participer aux phases de test n'étaient pas forcément disponibles. De plus, nous n'étions pas forcément bien préparés pour encadrer les sessions. Certaines tâches n'ont également pas abouti ; c'est notamment le cas du questionnaire adressé aux professionnels (ingénieurs et architectes) dont le but était de nous éclairer sur le déroulé et les principaux obstacles lors d'un projet de construction. Nous avons dû abandonner ce questionnaire, d'une part car nous n'avons pas récolté assez de réponses de la part de professionnels, d'autre part car il est venu trop tard dans le déroulé de notre projet.

Néanmoins, le projet dans son ensemble a bien fonctionné, en particulier par rapport à la gestion des risques que nous avons identifiés. Par exemple, l'intégration des architectes, comme nous l'avons détaillée précédemment, s'est déroulée de façon optimale. Selon nous, le projet s'est déroulé de manière très satisfaisante à tous les niveaux : la dynamique et l'entente de l'équipe projet, une organisation efficace qui nous a permis de finir dans les temps et de livrer un produit final répondant aux attentes de nos porteurs de projet, et ce sans se heurter à des problèmes trop contraignants.

En ce qui concerne la gestion de projet en elle-même, ces quelques mois passés à l'élaboration de notre jeu nous auront appris un certain nombre de choses :

- Il est préférable de fonctionner par tâtonnement de manière à éclaircir le cahier des charges et à s'adapter aux attentes du client, quitte à faire marche arrière pour s'adapter au mieux aux besoins du porteur de projet. Ce type de fonctionnement est plus représentatif de ce à quoi nous serons confrontés en tant qu'ingénieurs : ce projet a donc été très formateur car très différent dans son déroulé des projets "classiques" et plus encadrés dans nos autres enseignements.
- L'utilisation d'un diagramme de GANTT est essentielle pour se fixer des dates butoirs et avoir une vision globale de l'avancée du projet.
- Nous avons appris à "faire des réunions", dans le sens où les séances en présentiel lors desquelles nous nous retrouvions avaient pour but principal de faire le point sur l'avancée de chacun et de

répartir les nouvelles tâches entre nous d'une séance à l'autre, ce qui a engendré une grande autonomie de travail de la part de tous les membres du groupe.

Conclusion et perspectives d'avenir

Maintenant que nous avons le produit final en main, il est intéressant de nous remettre en question, et notamment par rapport à la cible de notre jeu. En effet, notre porteur de projet envisage une utilisation auprès des professionnels du bâtiment : notre jeu serait alors un véritable outil d'aide à la décision utilisé lors de projets de construction concrets. Cependant, aux vues de ce à quoi nous avons abouti, nous nous sommes posés la question de la pertinence de présenter notre jeu à des professionnels car d'une part, rien ne nous garantit qu'ils aient le temps et l'envie d'utiliser notre outil, et d'autre part, ce jeu a été développé par une équipe d'étudiants. En effet, nous ne sommes pas au fait des réalités du terrain et ne sommes donc pas en mesure d'évaluer la pertinence de notre proposition vis-à-vis de professionnels. Aussi, peut-être serait-il intéressant de suivre l'idée suggérée par l'un de nos professeurs et de l'utiliser au sein de la formation PARIN, voire pendant des formations professionnelles.

Notre objectif est maintenant que ce projet soit repris et complété l'année prochaine pour rendre le jeu plus complet et pertinent. Aussi, afin de rendre la continuité entre les différentes équipes plus simple, nous avons élaboré une liste des pistes d'amélioration de notre prototype :

- mettre au point d'un outil pour déterminer un graphe de présence ;
- retravailler la partie énergétique → mettre au point un outil (programme, logiciel, etc.) pour aboutir à un dimensionnement des besoins énergétiques, en prenant notamment en compte :
 - le rayonnement solaire
 - l'inertie thermique des bâtiments
 - l'usage ...
- intégrer un questionnaire sur la biodiversité sur le bâtiment : *comment préserver celle qui est déjà présente sur le terrain ? Comment la faire interagir avec le bâti ? Pourrait-on envisager des toitures et/ou murs végétalisé(e)s ? Quid de la suffisance alimentaire ?*
- mettre au point une plateforme en ligne ou un logiciel pour héberger les tableurs et le journal de bord
- refaire une nouvelle version une fois que la RE 2020 sera publiée et un peu plus maîtrisée
- prendre en compte le budget/ les considérations économiques
- penser au multi- usages : *un bureau pourrait-il être autre chose qu'un bureau et être utile également en soirée ?*
- étendre le jeu à tous types de bâtiments (écoles, hôpitaux, etc.)
- inclure dans le cadre du jeu les différents acteurs (villes, clients) en tant que joueurs à part entière

Nous espérons que le projet puisse être mené à son terme au cours des prochaines années et nous souhaitons bonne chance aux prochaines équipes qui participeront à son amélioration.

Annexes

1- Diagramme de GANTT

N° et Nom de la tâche ↓		Date →	mercredi 3 février	lundi 8 février	mercredi 10 février	lundi 22 février
		Nb d'heures disponibles →	4h	2h	8h	2h
		Dead line / Reporting →			Formation respo technique	
1	Phase de recherche / Définition des objectifs					
	Découverte du sujets - Définition des premiers objectifs					
	Quel système mettre en place ? Reflexion autour du jeu sérieux					
	Etude de la réglementation énergétique 2020					
	Comprendre la démarche d'analyse et de description d'un territoire					
	Analyse du travail d'anciens étudiants					
	Préparation revue n°1					
	Comprendre le fonctionnement d'un projet de construction					
	Participer à un jeu sérieux					
	Prise de contact avec des architectes/ingénieur					
	Synthèse de la phase de recherche					
2	Discussion avec les acteurs du territoire					
	Préparation des interviews					
	Ebauche d'une mise en situation					
	Préparation revue n°2					
	Intégration des élèves architectes					
	Discussion avec des ingénieurs et des architectes					
	Bilan des recherches et des discussions, détermination du type/format de jeu					
3	Premier prototype					
	Contacter les futurs joueurs pour caler des dates pour les tests					
	Conception de la mécanique du jeu					
	Définition d'un projet fictif pour le test					
	Préparation des phases suivantes du jeu					
	Test en situation de chaque phase et retour sur le test avec les élèves/ingé/archis					
	Préparation revue n°3					
	Livrable sur le premier prototype					
4	Second prototype					
	Conception d'un second prototype sur la base du premier					
	Contacter les futurs joueurs pour caler une date (Nouvelles personnes)					
	Test du second prototype avec de nouveaux joueurs					
	Préparation revue n°4 ???					
	Livrable sur le second prototype					
5	Elaboration et mise au point du prototype					
	Mise au point du prototype final - Rectification du livret de règles					
	Création d'une vidéo promotion du jeu					
	Elaboration du plateau et des jetons au Fablab					

mercredi 24 février	lundi 1 mars	mercredi 3 mars	lundi 8 mars	mercredi 10 mars	lundi 15 mars	mercredi 17 mars	lundi 22 mars	mercredi 24 mars	lundi 29 mars	mercredi 31 mars	lundi 5 avril
8h	2h	6h	2h	8h	4h	8h	4h	8h	4h	8h	4h
Revue de projet n°1 / Formation respo finance / Formation Biblio		TD Gestion de Projet (11h20)		Revue de projet n°2 (30min)	Arrivée élèves archi					Deadline 1er prototype	Féié

2- Liens externes (disponible sur Google drive)

Règles du jeu :

https://drive.google.com/file/d/193eYiuRGEagc1faCy7_b-Xq0Dt6oH3LJ/view?usp=sharing

Journal de Bord vierge :

https://drive.google.com/file/d/12vw0w6U9crfJ_pHKf1DXhNccTDQb3Fie/view?usp=sharing

Diagramme de GANTT :

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/13n-gnWQc0cT83-N6xrGMBspwcQ8J9leJgnJ1m5fez0/view?usp=sharing>

Tableur de l'ACV pour la phase 2 :

<https://drive.google.com/file/d/1Q20CToLU57NR2y67tgKngnOBa31mOmmM/view?usp=sharing>

Cartes Solutions pour la phase 3 :

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wGB8Djl1CNS-MwWZz7Gi7JpVt-gkEnglQnloYBhkyRQ/view?usp=sharing>

3- Bibliographie et base de Données

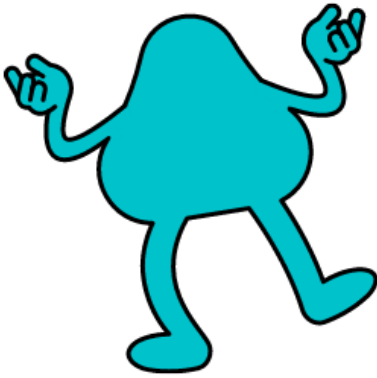
- *Analyse Territoriale Saint-Pierre de Chartreuse*, Jérémy Alleon - Salomé Bergsma - Louis Bouret - Louise Mary - Lucas Munoz - Margaux Regalia - raphaëlle Ruiz - Clément Venton - Thuy-linh Vu, 2019 - PFE ENSAG
- Conseils thermique, <https://conseils-thermiques.org/>, consulté en 2021
- Maison en conception, <https://maison-en-conception.fr/>, consulté en 2021
- Diogen, <http://www.diogen.fr/>, consulté en 2021
- INIES, <https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html>, consulté en 2021
- PassivAct, <https://passivact.fr/>, consulté en Avril 2021
- *Energy Management and Energy Efficiency for building*, 2020, Stéphane Ploix, Cours ENSE³ pour les 3^e Années de filière SEM.

4- Extrait des livrables et comptes-rendus des réunions

LIVRET DE RÈGLES

Jeu Sérieux ERUDITE

-Phase I -



Architect



Engineer



Table des Matières

Déroulement du jeu	2
Interlude 0 - Les Usages	2
Phase 1 - Bilan des Ressources	5
Interlude 1 - L'Orientation	8

Déroulement du jeu

Interlude 0 - Les Usages

Objectif

L'objectif de cette première interlude est de se mettre dans la peau des futur.e.s usager.e.s du bâtiment afin d'en déduire leurs différents besoins et donc d'adapter le bâtiment en conséquence. Elle se présente sous forme de jeu de rôle. Vous incarnerez des personnages que vous aurez fabriqué au préalable selon plusieurs critères.

Les joueurs

Dans cet interlude, les client.e.s et la métropole ou la collectivité sont également invités à jouer avec les architectes et les ingénieurs. Ils permettront d'avoir une autre vision des usages et donc de compléter la réflexion.

Exception

Cette interlude est remplacée par une simple discussion avec les client.e.s lorsqu'il s'agit d'un projet de maison individuelle afin de sonder leurs habitudes de vie, et donc les besoins qui en découlent.

Déroulement de l'interlude

Etape 0 - Cahier des charges :

Dans un premier temps, une lecture préalable du cahier des charges est nécessaire afin de pouvoir contextualiser le projet : le terrain disponible, l'usage du bâtiment, les attentes du client.

Etape 1 - Choix des cartes usages :

Pour chaque critères (Moyen de transport, Tranche de vie, Repas, Statut, Ménages/Familles, Besoins, Fréquence de présence/d'utilisation, Caractéristiques physiques, Flux dans le bâtiment), sélectionnez les options qui correspondent au profil des futur.e.s usager.e.s.

Etape 2 - Création de personnages :

A l'aide d'une ou plusieurs options sélectionnées pour chaque critère, composez un personnage fictif. Les options que vous choisissez doivent être cohérentes. *Par exemple, un enfant en bas âge ne peut pas conduire une voiture.* Plus vous aurez de personnages différents, plus vous pourrez être complet dans l'analyse des futurs besoins. Chaque joueur doit avoir au moins un personnage.

Etape 3 - Jeu de rôle :

Une fois que chaque joueur a un personnage à incarner, vous devez vous mettre dans la peau de votre personnage et raconter la journée type du personnage. Le fait de vous projeter dans le bâtiment va vous faire vous rendre compte de choses indispensables à mettre en place. *Par exemple, si un.e usager.e vient en vélo au travail, il lui faudra un endroit pour accrocher son vélo et un moyen de se laver sur place.*

Etape 4 - Bilan du jeu de rôle dans le journal de bord :

Inscrivez dans le journal de bord tous les besoins identifiés durant le jeu de rôle.

Etape 5 - Graphiques de présence :

Déterminez les différents "jours types d'occupation" du bâtiment : Quand est-ce qu'il est occupé? Quand est-ce qu'il n'est pas occupé? Quand est-ce qu'il est partiellement occupé?

Pour chaque jour type, faites un graphique de fréquence d'occupation. Ces graphiques pourront vous servir plus tard pour optimiser vos besoins énergétiques.

Phase 1 - Bilan des Ressources

Objectif

L'objectif de cette première phase est de faire un bilan global de toutes les ressources disponibles sur le territoire. L'analyse du territoire a permis de relever les différents matériaux et opportunités énergétiques présentes sur le territoire et il faut maintenant les classer en fonction de leur abondance et de leur proximité avec la localisation du projet.

Déroulement de la phase

Durant ce jeu, le territoire sera symbolisé par un grand plateau rond voir ci-contre. Chaque cercle concentrique correspond à une échelle du territoire ; le *jardin* désigne la parcelle où se situera la construction, la *commune* regroupe à la fois la commune où a lieu le projet ainsi que tous les terrains appartenant à cette commune, forêt, cours d'eau, parc naturel, etc. Le *région* regroupe toutes les ressources présentes globalement dans le région du projet mais non présentes, ou non industrialisées dans la commune. Le *pays* correspond aux ressources globales qui ne sont ni créées ni disponibles à des échelles plus petites. Les réseaux liés à aux services élémentaires, gaz, électricité en feront partie.



A l'aide de l'analyse du territoire, vous devez placer les jetons ressources matériaux et énergie aux bonnes échelles sur le grand plateau rond. Il y a trois tailles de jetons, ce qui correspond aux quantités disponibles. C'est à vous d'assigner la quantité correspondant à chaque taille suivant l'envergure de votre projet. Des jetons *Autres* sont disponibles, ils vous permettent d'inclure une ressource "non conventionnelle" à votre projet (skis, briques en plastique, en liège, en textile recyclé, conteneur,...)

Comment placer les jetons ?

Précision sur les Matériaux :

Dans ce jeu nous ne considérerons que deux types de matériaux ; les matériaux bruts et les matériaux transformés. Les matériaux bruts sont des matériaux que l'on peut trouver à l'état naturel. Même si ces matériaux nécessitent d'être travaillés (coupe, taillage), il s'agit toujours des matériaux bruts. Les matériaux transformés sont des matériaux issus du mélange de plusieurs autres matériaux ou par fontes ou cuisson d'un autre.

Dans la plupart des situations, **les matériaux sont industrialisés et vendus par des entreprises tierces** :

Pour un **matériau brut**, il faut considérer les lieux où les matériaux sont travaillés ou transformés ; passer d'un matériau brut à un matériau utilisable pour la construction. Dans votre analyse du territoire, il est donc impératif que vous teniez compte du lieu où sont transformées les ressources.

ex : Si le projet se situe dans une zone forestière ou le bois est à profusion mais que la scierie la plus proche se trouve à 40 km, ce sont ces 40 km qui devront être retenus.

Pour un **matériau transformé**, il faut considérer le lieu où il est produit, une cimenterie pour du ciment, une verrerie pour du verre. Si les ressources brutes du matériaux et l'industrie pour le transformer sont présentes à la même échelle, le coût environnemental de ce matériau sera plus faible.

Si le matériau est usiné sur le site du projet : Il ne faut considérer que l'emplacement des ressources brutes dans le milieu naturel et le lieu d'industrialisation pour les ressources transformées.

Précision sur les Énergies :

Pour les énergies, il faut s'intéresser au lieu de production de l'énergie ou au lieu d'extraction de la matière première qui crée cette énergie.

- Étape 1 : Les **ressources accessibles partout** (vent, soleil, parfois géothermie,...). Il faut considérer l'échelle du jardin.
- Étape 2 : Etudier le mix énergétique à l'échelle la plus petite possible, quoi qu'il en soit, le **réseau électrique** est placé à l'échelle nationale. Toutefois, avoir une idée du mix énergétique du département/de la région permettra aux usagers d'adapter leur consommation.

ex : Si une centrale hydroélectrique est présente à l'échelle communale, il peut être intéressant de considérer que la ressource "hydraulique" est présente à l'échelle de la commune et que l'électricité du bâtiment proviendra majoritairement de l'énergie hydraulique.

- Étape 3 : Recenser les ressources potentielles de chauffage sur l'ensemble des échelles. Pour les **énergies à base de combustibles**, que ce soit pour de la production de chaleur, il faut prendre en compte le lieu d'extraction du combustible. Pour des combustibles fossiles, il s'agit très souvent de l'échelle nationale, sauf s'il existe d'un point d'extraction local de cette ressource. Pour les **réseaux de chaleur**, se référer au lieu de production de chaleur (respectivement de froid) du circuit. Les réseaux de chaleur se résument généralement à une échelle communale.

Comment quantifier les jetons ?

Pour quantifier l'importance d'une ressource il faut prendre en compte plusieurs paramètres :

Pour les matériaux, il faut regarder la capacité de production des industries. Si la ressource concernée est accessible uniquement à une plus grande échelle, on peut considérer que les capacités de production sont largement supérieures aux besoins du projet.

Pour les énergies, il faut regarder l'opportunité de la source d'énergie considérée (cf. [Outils externes](#) p.44). Pour les réseaux ou les ressources disponibles à l'échelle nationale on peut supposer que la disponibilité est largement supérieure au besoin du bâtiment, sauf pour des projets de très grosses ampleurs.

Existe-t-il une ressource non conventionnelle sur ce territoire ?

Avant de clore cette première phase, il est également important d'identifier à l'aide de l'analyse de territoire tous les risques naturels que pourrait encourir le bâtiment. De ces risques pourraient émaner des contraintes supplémentaires qui affecteraient les prochaines phases.

Commencez par répertorier tous les risques présents sur le territoire à l'aide d'outils comme QGIS, Géoportail ou InfoTerre. (cf. [Outils externes](#) p.44). Pensez ensuite à prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité de votre bâtiment.

Ouverture vers la phase 2

Vous avez désormais sous les yeux le résultat de votre analyse de territoire. Aux vues des jetons que vous avez placés, quelle(s) combinaison(s) de ressources vous semblerait-il intéressant d'adopter pour la suite du projet ?

Résultats (journal de bord)

C'est la fin de la première phase, bravo ! N'oubliez pas de reporter vos remarques et résultats dans le journal bord ! On se retrouve bientôt pour réfléchir à l'orientation des pièces et du bâtiment.

Interlude 1 - L'Orientation

Ce deuxième interlude se concentre sur l'orientation et les usages. L'objectif de cet interlude est de créer un placement approximatif des différents espaces du bâtiment en prenant compte des paramètres, d'orientation, de luminosité et de thermique.

L'ensemble de cet interlude se fait sur un tableau blanc ou à craie.

1. Positionner dans un coin de l'espace de travail une rose des vents orientée :

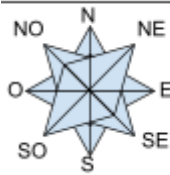

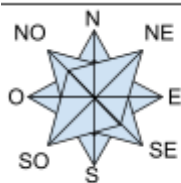


Tableau blanc

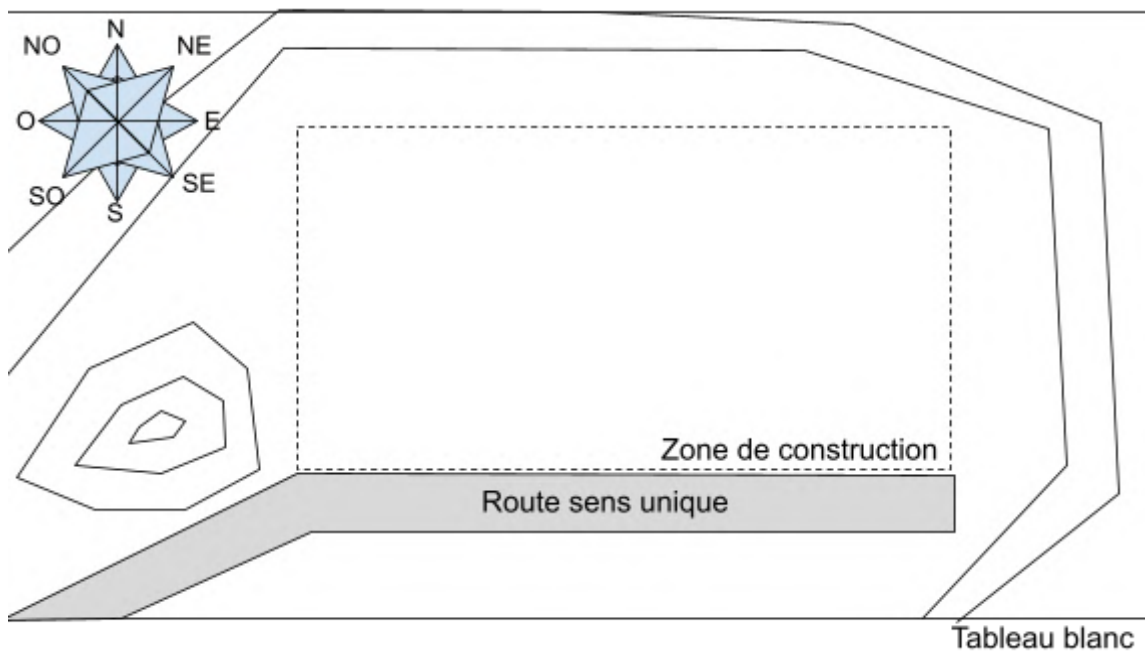
2. Tracer la forme du cadastre. Une échelle de dimensionnement n'est pas nécessaire mais peut-être un plus. La zone de construction désigne l'ensemble de la zone où se situe le projet, le(s) bâtiment(s) et les espaces verts ou à artificialiser.



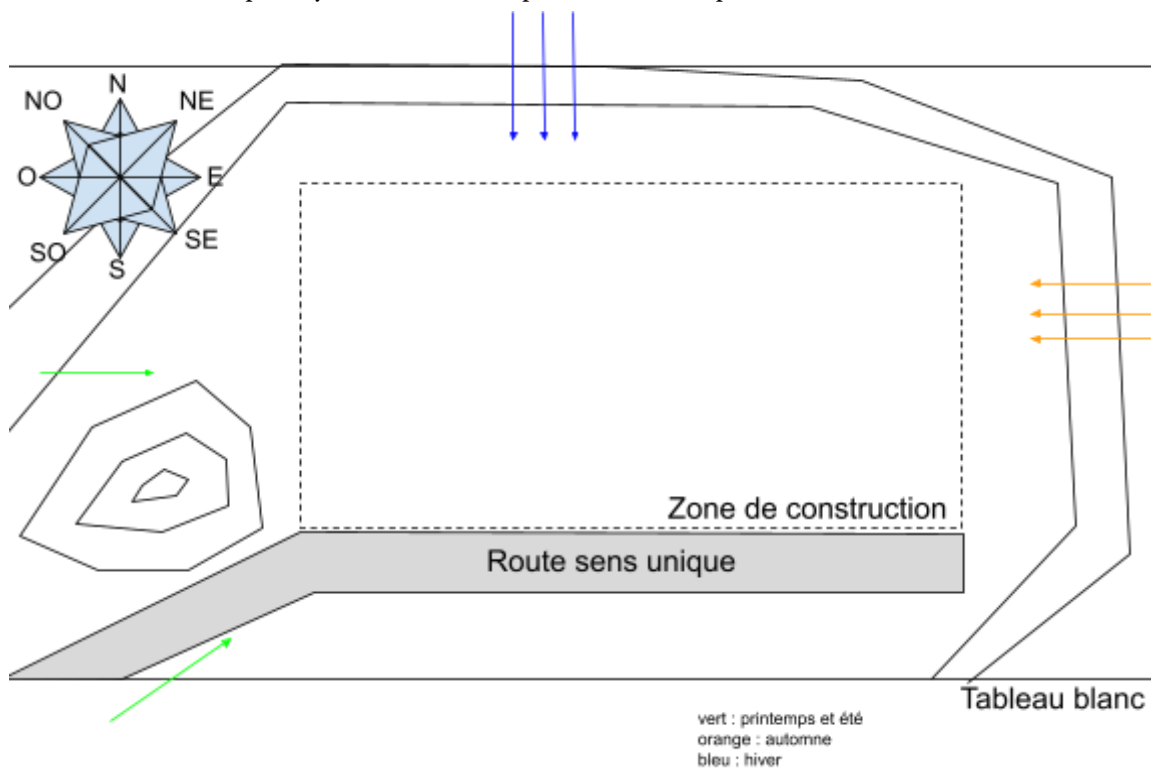
Zone de construction

Tableau blanc

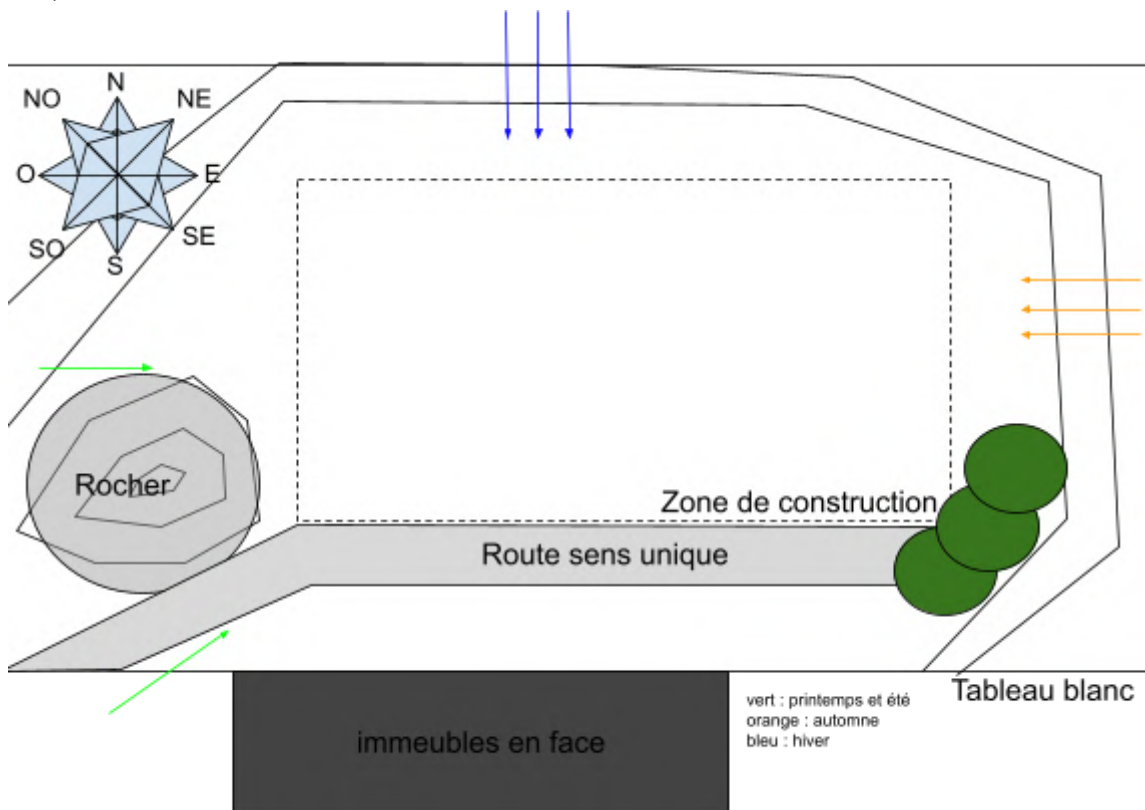
3. Indiquer les voiries menant à l'emplacement et les gradients d'altitudes si nécessaire :



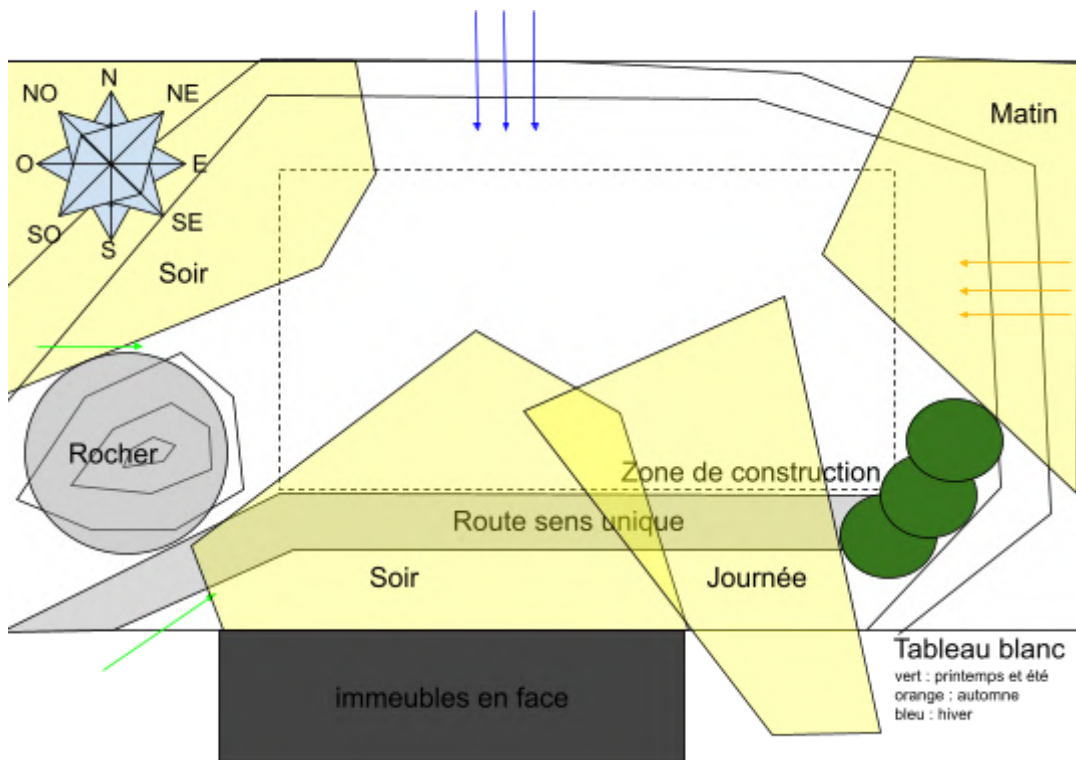
4. Tracer les couloirs de vents, associer une couleur à chaque saison si nécessaire et jouer sur le nombre ou la taille des flèches pour symboliser un vent plus ou moins important.



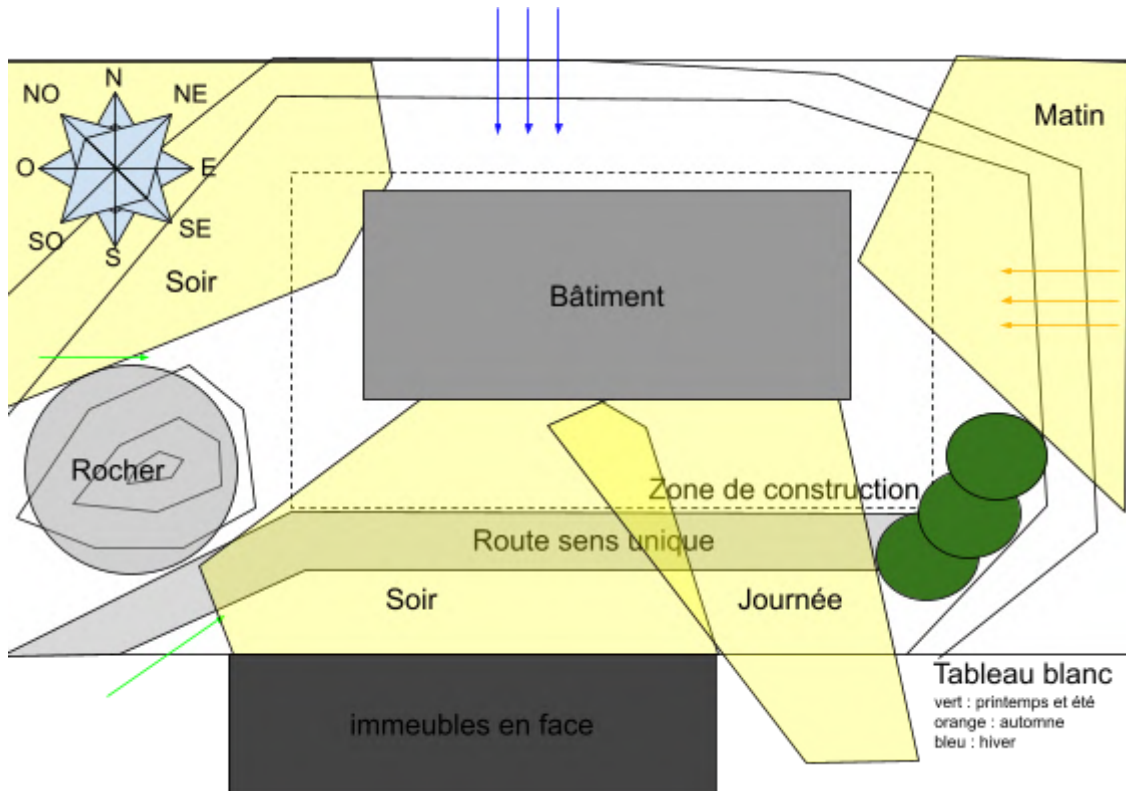
5. Ajouter les caches (arbres, massifs, autres bâtiments etc..) :



6. Tracer les zones de la parcelle les mieux éclairées, préciser les périodes de la journée :



7. Placer le bâtiment sur la parcelle. Il faut penser à l'orientation et l'implantation du bâtiment, il doit pouvoir être le mieux éclairé possible, respecter le PLU, être à l'abri des courants d'air froid hivernal, etc.



A partir de cette étape, il est beaucoup plus intéressant de travailler sur plusieurs scénarios, qui seront ensuite traités dans les phases suivantes. Chacun des scénarios proposés pourra exprimer une intention particulière ; être confortable, être le plus efficace thermiquement, être le plus compact possible, etc.

8. Lister les différents types de zones que contiendra le bâtiment. Puis classer en fonction des différents archétypes de zones ci-dessus.

<i>Types d'archétypes</i>		
<i>Nom</i>	<i>Description</i>	<i>Exemple</i>
Zone de chaleur	Zone générant de la chaleur	Chaufferie, laverie, cuisine, sauna, salle de serveur
Zone de froid	Zone générant du froid	Pièce réfrigérée, cave à vins

Zone de vie	Zone utilisée quelques soit l'heure de la journée ou la saison	Salon, cuisine, hall d'entreprise
Zone de nuit	Zone utilisée essentiellement la nuit	Chambre, dortoir
Zone de jour	Zone utilisée essentiellement la journée	Open space, cantine, salle de réunion
Zone ponctuelle	Zone utilisée ponctuellement	Salle de bains, salle des archives, salle de stockage
Zone de passage	Zone reliant d'autres zones entres-elles	Couloir, escalier, hall d'entrée
Zone humide	Zone générant de l'humidité ambiante	Salle de bain, laverie, cuisine, chaufferie
Zone bruyante	Zone générant du bruit	Cuisine, réfectoire, laverie, salle de sport, salle d'enregistrement
Zone de maintenance	Zone exclusivement destinée à la maintenance	Local technique, chaufferie
Zone saisonnière	Zone utilisée majoritairement à une époque de l'année précise	Piscine couverte, véranda, toit terrasse
Zone calme	Zone nécessitant du calme	Bibliothèque, dortoir, chambre, salle d'enregistrement

Une espace précis peut prétendre à plusieurs archétypes, mais tous ces archétypes n'ont pas forcément la même importance selon la situation.

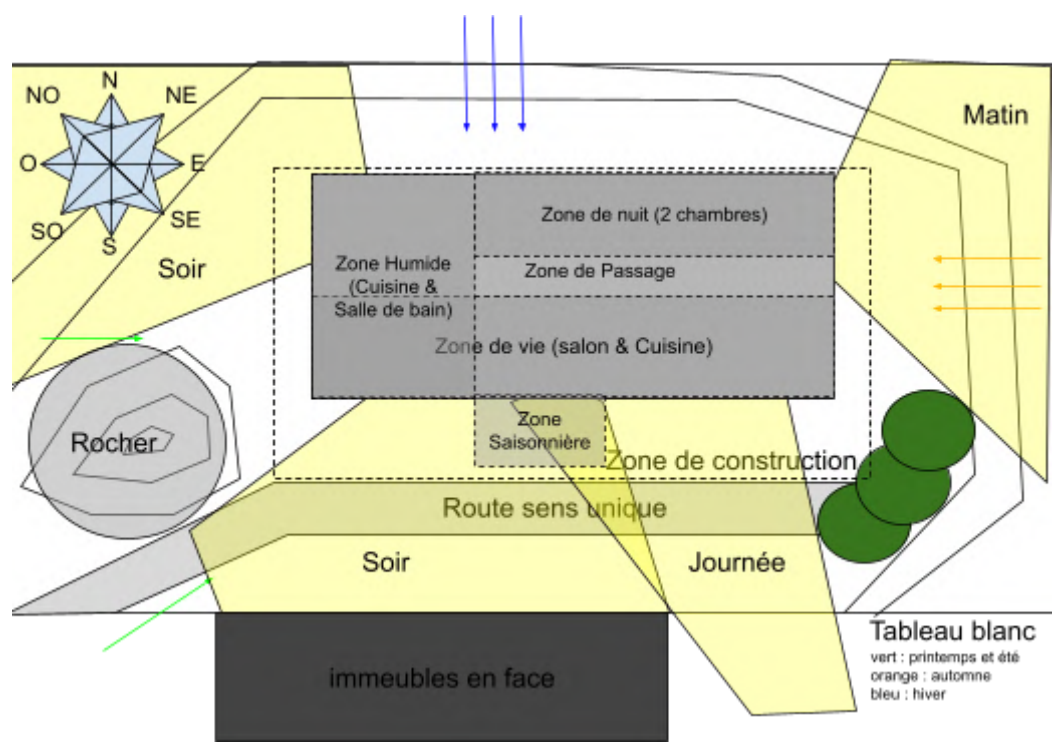
9. Pour chacun des scénarios imaginés en étape 7. Positionner approximativement les différentes zones du bâtiment en tenant compte des critères correspondant et des arrivées de lumière, de vents et des températures annuelles.

Même s'il s'agit usuellement d'une étape plutôt faite par les architectes, le regard d'un **ingénieur thermique** est extrêmement important pour confronter les enjeux thermiques aux habitudes d'architecture.

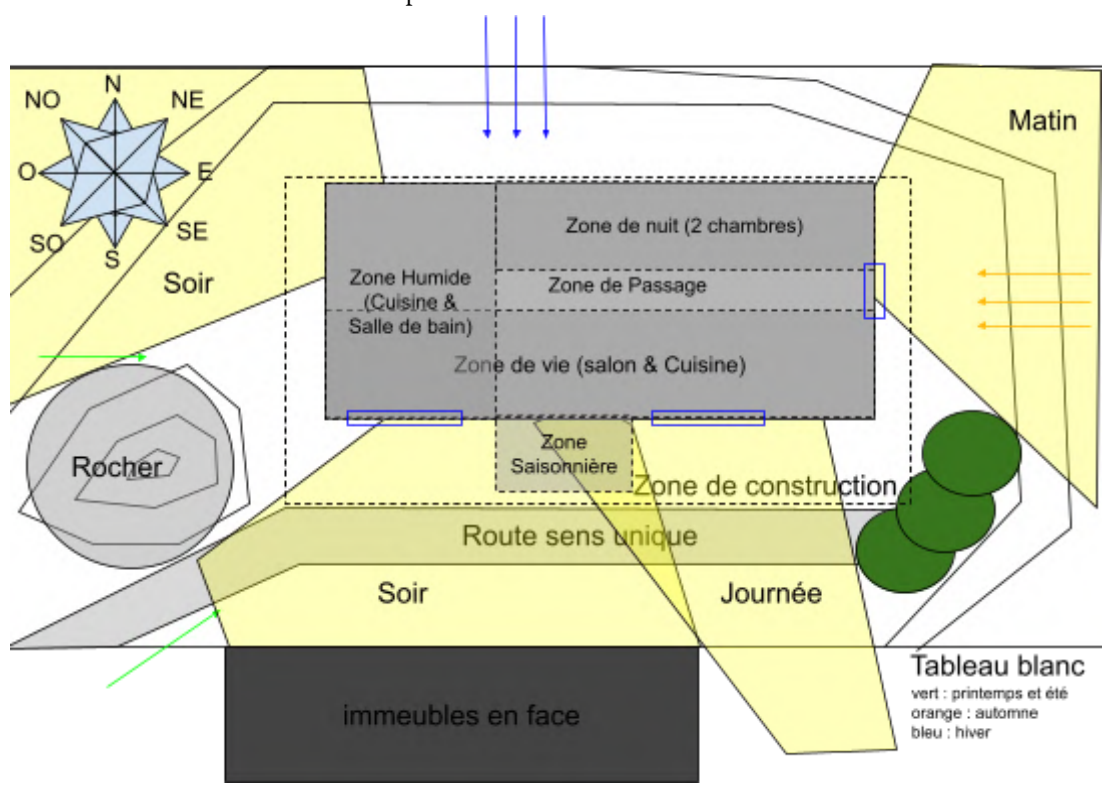
Quelques conseils de placement :

- Deux zones prétendant à des archétypes contraires doivent être éloignées, pour réduire les besoins d'isolation entre ces deux espaces. Par exemple, si une pièce froide est à côté d'une pièce chaude, le flux de chaleur du chaud vers le froid obligera à produire plus de froid pour compenser. De même, la perte de chaleur côté chaud obligera à chauffer plus.
- Les zones de nuit, ponctuelle ou de maintenance n'ont pas besoin d'un éclairage naturelle important, elles peuvent donc être placées sur des faces peut exposer.
- Des pièces peu utilisées au quotidien peuvent être moins chauffées (resp. refroidies) et donc placer à côté de pièces chaudes ou froides.

- Des pièces d'été (resp. d'hiver) peuvent être positionnées à côté de pièces naturellement froides (resp. chaudes) pour effectuer du refroidissement indirect.



10. Placer les ouvertures. Ce placement pourra également faire l'objet d'une réflexion sur la thermique du bâtiment et sur l'ensoleillement des pièces.



L'ensemble des scénarios considérés au terme de cette interlude, devront être retravaillés dans des plans sommaires davantage détaillés pour être utilisés en phase 2.

Fin de la phase 1 et de ses interludes

Vous êtes maintenant arrivés au terme de la phase 1 et de ses interludes, mais avant de commencer la phase 2, il est important de présenter vos résultats aux clients. Il s'agira ici d'instaurer une discussion autour des différentes ressources locales et revenir sur le cahier des charges à la lumière de ces nouvelles informations.

JOURNAL DE BORD

-

JEU SÉRIEUX ERUDITE

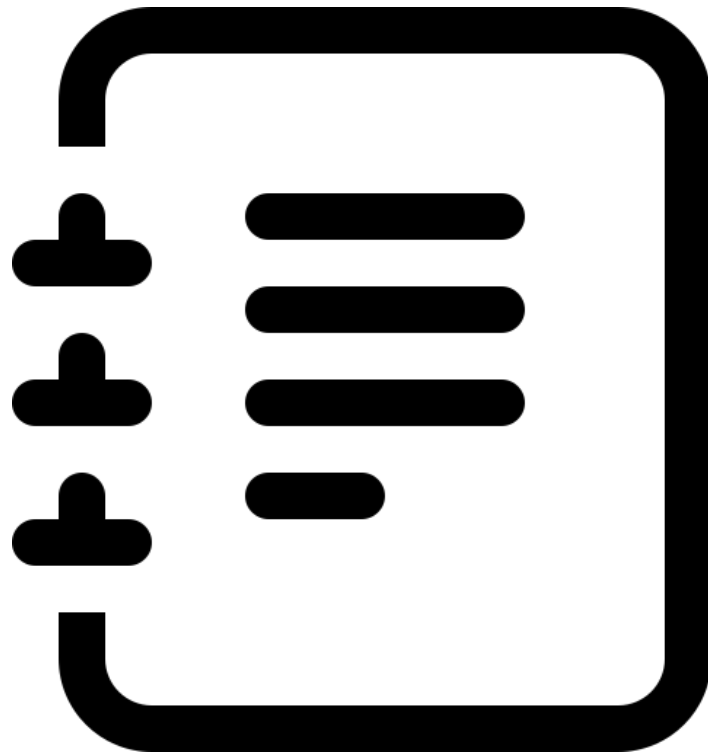


Table des Matières

Première séance - 29/03/2021	2
Interlude 0	2
Phase 1	3
Interlude 1	5
Deuxième séance - 12/04/2021	6
Phase 2	6
Interlude 2	11
Troisième séance	12
Phase 3	12
Interlude 3	14
Conclusion par l'ACV	14

Première séance - 29/03/2021

Interlude 0

<p style="text-align: center;">Personnage A</p> Mère Travaille dans le tourisme	<p style="text-align: center;">Personnage B</p> Père Travaille dans le tourisme
<p style="text-align: center;">Personnage C</p> Adolescent de 16 ans	<p style="text-align: center;">Personnage D</p> Enfant de 8 ans PMR (fauteuil roulant)
<p style="text-align: center;"><u>Cartes usages associées</u> → quels besoins ? quelles contraintes</p> <ul style="list-style-type: none">• Mobilité (pour se rendre au travail / à l'école, pour aller faire ses courses...) : voiture, bus, vélo / trottinette, scooter / moto ⇒ emplacement voiture• Animal de compagnie : chien ⇒ grand jardin• Fréquence d'utilisation : tous les jours• Caractéristiques physiques : PMR ⇒ maison de plein pied avec accès PMR• Besoins : calme, sommeil, capacité d'accueil importante (recevoir la famille, créer une extension future...) ⇒ <i>cette catégorie n'est peut-être pas la plus pertinente car le scénario étudié ici concerne une maison, donc l'aménagement (en termes de pièces) est déjà plus ou moins établi... Cette catégorie serait plus intéressante dans le cadre de bureaux ou d'une école par exemple, où les utilisateurs ont des besoins / utilisations différentes</i>	

Phase 1

→ Dans les tableaux ci dessous, listez les ressources disponibles et leurs caractéristiques (échelle et quantité) :

Matériaux		
<i>Nom du matériau</i>	<i>Échelle</i>	<i>Quantité (taille du jeton)</i>
Pierre, métaux, réemploi, bois, plastique	Commune	Petit
Terre	Commune / département	Petit
Bois, béton, ciment, agrégat	Département	Gros
Métaux, bloc maçonnerie, pierre	Région	Moyen

Énergie		
<i>Nom du matériau</i>	<i>Échelle</i>	<i>Quantité (taille du jeton)</i>
Soleil	Jardin	Moyen
Vent	Jardin	Petit
Biomasse	Département	Moyen
Eau	Département	Gros
Réseau électrique	Région	Gros

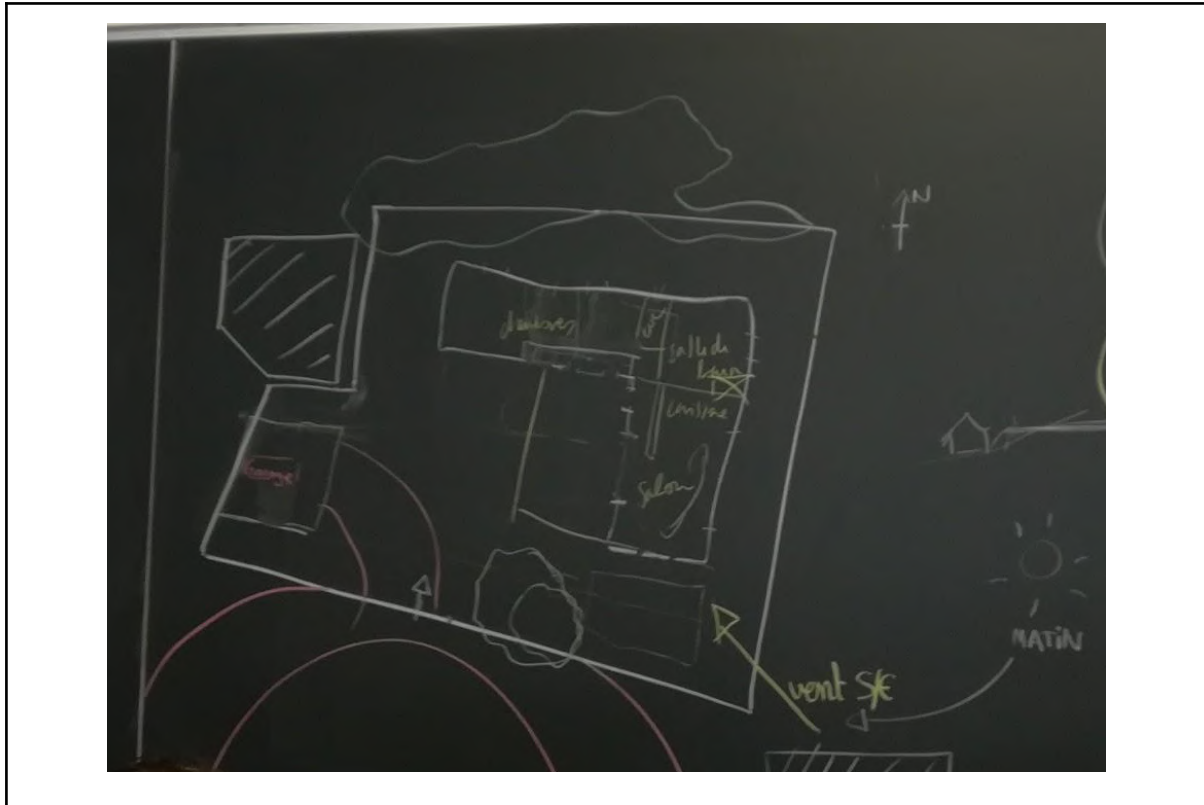
→ **Remarques :**

- **Olivier : Compacité**
- **Une archi : Prendre le temps de discuter avec le client après la phase 1 pour discuter des matériaux**
- **Faire comprendre le lien entre interlude 1 et phase 2 : optimiser les besoins**
- **Ajouter jetons : terre / agrégats**
- **Partie énergie à définir mieux : penser au chauffage**
- **Changer la partie orientation : d'abord relief, vent, soleil PUIS placer le bâtiment + les ouvertures (point où ingés thermiques peuvent intervenir)**
- **Faire penser à placer des matériaux non conventionnels sur le plateau**



Interlude 1

→ Reportez ci-dessous le résultat de l'interlude (photo du tableau) :



→ Quels points importants ont été soulevés lors de cette interlude en termes d'orientation du bâtiment ?

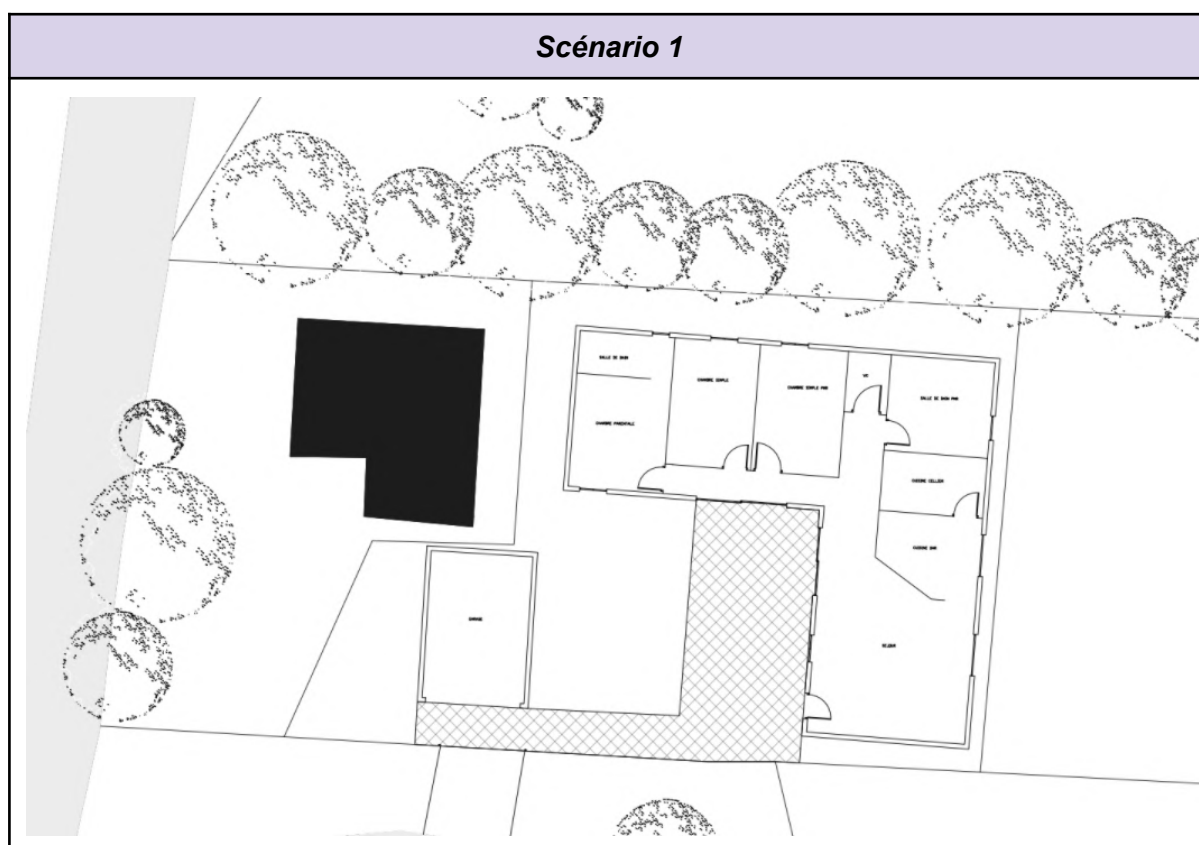
- Implantation de la maison → quel emplacement sur le terrain (surtout par rapport aux voisins et à l'accès route)
- Ouvertures → où les mettre ? Compromis vue / efficacité thermique ?
- Nécessité d'une discussion avec le client : l'agencement des pièces selon une optimisation bioclimatique ne correspond pas forcément aux souhaits du client

Deuxième séance - 12/04/2021

Phase 2

a. Scénarios retenus

→ Ci-dessous, détaillez les scénarios sur lesquels vous allez travailler durant cette phase (plans sommaires, etc.) :



b. Analyse de la météo

	Janvier	Février	Mars	Avril
T° min				
T° max				
T° int souhaitée				

	Mai	Juin	Juillet	Août
T° min				
T° max				
T° int souhaitée				

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T° min				
T° max				
T° int souhaitée				

c. Besoins énergétiques

→ **Scénario 1** :

Énergie	
Type de besoin	Besoin en kWh pour 1 an
Chauffage/Climatisation	26 000
Ventilation	8 000
Électricité	840

d. Définition des besoins en matériaux et combinaisons de ressources

→ **Scénario 1** : pour chaque catégorie, décrivez la solution en termes de ressources que vous choisissez :

Combinaison 1			Combinaison 2		
Matériaux					
	Besoin en m ³	Matériaux		Besoin en m ³	Matériaux
Sols	82,72	béton	Sols	82,72	béton
Toitures	69,9	béton	Toitures	69,9	béton
Murs	108,84	pierre	Murs	54,42	béton

e. Matrice de décision

	Scénario 1	
Compacité	1.17	
Efficacité volumétrique	1	
Rapport Volume/Surface	3	
	<i>Combinaison 1</i>	<i>Combinaison 2</i>
Matériaux - Transport		
Analyse de Cycle de Vie		
<i>Consommation ressources énergétiques</i>		
<i>Épuisement des ressources</i>		
<i>Rejet de CO2</i>		
<i>Création de déchets</i>		
<i>Consommation d'eau</i>		
Compatibilité avec la RE 2020		
<i>Bbio</i>		
<i>Consommation en énergie primaire</i>		
<i>Consommation en chauffage</i>		
<i>Degré-heure (??)</i>		
Potentiel de réemploi en fin de vie		

Couleurs à utiliser :



Interlude 2

Troisième séance

Phase 3

a. Choix des énergies

→ Ecrivez ici les énergies que vous choisissez d'utiliser pour la production d'électricité et de chauffage de votre bâtiment :

Énergie pour l'électricité	Énergie pour le chauffage
Solaire	bois

b. Combinaisons de solutions

→ Veuillez remplir dans le tableau ci-dessous les différentes combinaisons de solutions que vous avez sélectionnées :

<i>Isolation</i>	<i>Chauffage</i>	<i>Ventilation</i>
<i>Combinaison 1</i>		
Laine de mouton	Poêle à bois	VMC simple flux hydroréglable
<i>Combinaison 2</i>		
Laine de chanvre	Poêle à bois relié au circuit d'eau	VMC simple flux hydroréglable
<i>Combinaison 3</i>		
Ouate de cellulose (toiture) /Laine de mouton (mur)	Poêle à bois relié au circuit d'eau	VMC simple flux hydroréglable

c. Matrice de décision

	Combinaison 1	Combinaison 2	Combinaison 3
Isolation			
Coût			
Bilan avantages / inconvénients (+/-)			
ACV			
Chauffage			
Consommation de l'installation (kWh)			
Coût (système + électricité)			
Bilan avantages / inconvénients (+/-)			
ACV			
Ventilation			
Coût			
Consommation			
Bilan avantages / inconvénients (+/-)			
ACV global			
Bonus			
BILAN			

Couleurs à utiliser :



→ *Conclusion : aux vues de ce que vous venez d'effectuer lors de cette phase, quelle combinaison adoptez-vous ?*

Interlude 3

Conclusion par l'ACV

1ère séance - 03/02/2021

Tout le monde semble chaud pour le développement logiciel

- > quel logiciel / langage de programmation ?
- > pas trop de stress à se mettre là dessus (il nous demande seulement une ébauche)

Quelle forme donner à la plateforme ?

- > interface différente selon si tu es archi ou ingénieur ?
- > dans un seul sens (conseils dirigés aux archis ou aux ingés) ?
- > plateforme collaborative ?

==> qui récupère quoi ?? Qui rentre quelles données ?

Idées :

- phase amont, càd quand le bâtiment n'est pas encore conçu et qu'on cherche des pistes de conception
- suffisance alimentaire (aquaponie ?) —> intégrer la diversité dans le projet
- ce qu'on oublie tout le temps = quel usage pour le bâtiment ? Comment accompagner les personnes dans leur changement de comportement ? Comment repenser les usages ?
- e.g. associer transports et bâtiments pour optimiser les usages
- lien avec le projet inter seasonal —> penser au stockage thermique ?
- comment décrire une situation ? Quel genre de données à collecter ?

==> 2 volets : description de la situation ET proposer des solutions

==> archi doit solliciter des questions à l'interface

==> but = susciter les bonnes questions chez l'architecte (qui n'a pas une vision très technique)

- projet sur du long terme : on pose des briques mais il doit être modulable
- système expert = système qui résonne avec du « si... alors », des règles
- partir d'une description pour aboutir à une solution de la part de l'archi
- ==> l'archi enrichit le système avec la solution qu'il a trouvé tout seul comme un grand

- enregistrer une base de données de cas (plus structuré qu'une base de donnée simple)

- moyen de créer une discussion entre ingénieur et archi
- sous la forme d'un jeu de rôle ? Où chacun aurait un rôle et jouerait des « cartes » ?
- rapidement limiter son périmètre géographique (France voire même région Rhône Alpes)
- se demander quel usage les utilisateurs vont avoir du bâtiment

Archi VS ingénieur:

- * archi a une vision globale, doit convaincre les habitants du territoire
- * ingénieur sait calculer, connaît les technologies

Autres acteurs:

- communauté de commune
- habitants
- promoteurs
- professionnels du bâtiment

!! Jeux sérieux / war game ?? Demander à Ben !!

==> but = créer de l'innovation pour enclencher une discussion entre archi et ingénieur

==> Il faut qu'on aborde ce projet avec notre regard d'ingénieur càd avec un regard assez critique sur ce que font les archis et plus généralement sur ce qui se fait actuellement dans les bâtiments

==> amener la rupture (e.g. économie de service / circulaire)

—> cf. Vidéos du CSTB sur la RT 2020

Perspectives :

- jeu sérieux
- mettre les gens dans une situation où ils peuvent être en rupture, où ils disent ce qui leur passe par la tête —> de l'absurde naît l'innovation
- zieuter les techniques de créativité
- autre équipe : examiner les rapports d'architecte pour déterminer quelles questions se poser + comment intégrer les habitants et futurs acteurs du territoire dans les projets
- poser des questions par rapport au local, aux ressources disponibles
- interviewer des architectes (??)
- se recentrer sur le Col de l'Arzelier (?) —> que faire des stations de ski qui ont des problèmes d'enneigement ?
- comment extrapoler l'évolution climatique ? ==> prendre en compte l'incertitude avec différents scénarios (bas ou haut)
- prototype éventuel (ça impressionne toujours ^^)

!! Dire clairement au coordinateur que le sujet est par nature incertain !!

Point avec Stéphane Ploix - 08/02/2021

Pour le 1er reporting —> pas forcément de diagramme de Gantt, un mind map avec un début de dimensionnement au niveau des durées

Delta Design = jeu pour apprendre aux gens à coopérer (archi + promoteur + ingénieur structure et thermicien)

Tout le monde doit jouer (archi, ingénieurs, promoteurs, etc.)

—> **objectif** = construire un bâtiment, pas de coopérer (autre jeu qui existe déjà pour ça)

—> mettre en situation dans un environnement virtuel

—> intégrer des contraintes pour amener la rupture et la créativité

—> chacun exprime sa façon de voir et argumente en fonction de ses contraintes

Ce qui ne marche pas actuellement = quand l'un cède à l'autre

—> offrir un espace virtuel pour que chacun s'exprime

Logiciel en support ? Méthode de quantification pour évaluer les conséquences et

==> créer un environnement virtuel, assez stable, sur lequel on s'appuie pour réfléchir

Doit pouvoir s'appliquer à tout environnement de construction / tout projet

Peut durer sur plusieurs mois —> *e.g. établir un diagramme de Sankey en intégrant les ressources du territoire*

—> encadrer **tout** le pré-projet

Forme assez libre : plateau, logiciel, documents... ==> imaginer un proto même si on est pas obligé de le faire nous même

2ème séance - 10/02/2021

Question Stéphane

—> demande de matériel, comment ça marche ? Est-ce qu'il faut qu'on ait un budget matériel fixé pour le 10 mars ? Est-ce qu'il faut obligatoirement que ce soit une commande de l'e3 (par e.g., est-ce qu'on peut passer par des prestataires externes ?)

—> si on fait une activité en dehors de l'e3 qui pourrait présenter des risques (e.g. visite de chantier), est-ce qu'il y a des papiers à signer ? Est-ce que c'est pris en compte dans l'annexe 2 ?

—> est-ce qu'on pourrait jouer à un jeu sérieux ? Type Delta Design

Pistes:

- processus itératif de nos prototypes (projet en « lot client ») ?

- première discussion avec des acteurs de la construction pour :

1. Leur poser des questions sur le processus de conception et les difficultés

2. Leur proposer une première ébauche de jeu / les mettre en situation pour se rendre compte des phases de projet et des tensions / points clés / etc.

***! \ Que devient l'énergie produite en plus par les maisons positives ??
Réinjectée sur le réseau, stockée ?***

To do pour le 22/02 —> recherches sur le fonctionnement d'un projet de construction (différentes phases + acteurs)

- > idée = construire un seul modèle sur lequel on se base pour le jeu
- > + lire le doc sur le diagnostic de territoire
- > demander à Ben quel jeu on pourrait essayer entre nous

Point avec Stéphane Ploix - 22/02/2021

Delta Design —> jeu développé par le MIT, se trouve en open source sur le web
Delta Design Game - MITweb.mit.edu › www › delta

Question de l'autonomie alimentaire —> se poser des questions par rapport à l'économie locale et à l'usage qu'on veut pour le bâtiment
+ problématiques de transport
+ tout un tas de questions qu'on soulève en parlant aux différents acteurs d'un projet de construction

Partie finance : prévoir 100€ au cas où (si on a besoin de faire un plateau de jeu par exemple) et puis au pire on s'en sert pas

Pistes :

- quelqu'un qui se demande quelles questions faut-il se poser en période de pré-projet
- réfléchir à quel type de jeu on veut faire (cartes, plateau, etc)
- à regarder : RETscreen (phase amont dimensionnement) + Vizcab (analyse multi critère)
—> ***faire un état de l'art des logiciels qui existent par rapport à la phase amont d'un projet***
- réduire fortement le périmètre (quitte à se concentrer sur de l'existant à réhabiliter au début uniquement)
- cours avec Jean-Yves Voyant : il utilise un logiciel, lequel ?
- dans le GANTT, prendre en compte l'étape d'état de l'art des logiciels et jeux sérieux existants

atelier17c@wanadoo.fr —> Jacques Félix Faure (ingénieur-architecte donc intéressant d'avoir son point de vue)

Cours d'anglais - 23/02/2021

9th of March —> poster presentation (actually it's a Power Point)

- > one of the members can make a video in English instead
- > one presentation for the whole team
- > power point just like a poster: it has to be self sufficient (meaning if someone sees it, it can understand the project without any further info)
- > bonus point: glossary of about 10 technical words with their definition (on another page of the PP)

2 marks : visual of the « poster » + individual presentation (register, transmission of the message, voice, fluency and spontaneity, etc.)

==> *will there be questions?? (Apparently, yes)*

Point avec Stéphane Ploix - 01/03/2021

Mieux de faire les interviews en direct (au moins sur Zoom)

Venir aux interviews avec un prototype de jeu sérieux, ou au moins :

- qu'est-ce qu'un jeu sérieux
- quel est l'objectif qu'on poursuit

Même si on part sur quelque chose d'assez libre sur la forme, logiciel à côté qui vienne appuyer les arguments avec des données quantitatives (énergie, etc.)

+ Aller voir les agences immobilières si on veut des contacts supplémentaires (promoteurs, contrôleurs techniques, etc.)

+ Ne pas aller trop vite au début au niveau des entretiens —> on peut ajuster au fur et à mesure nos questions et notre prototype

==> Il nous fait des aides à la décision !! Utiliser les logiciels comme RETscreen et Vizcab qui fournissent des données

Intégrer la **dimension créative** —> on veut de l'innovation

- > créer une atmosphère propice pour que les gens osent parler
- > avant de brainstormer sur le jeu, être bien clair par rapport à ce qu'on veut et au contexte qu'on veut développer

Mercredi :

- * reprendre diagramme de Gantt
- * annexe finance
- * retravailler les questions pour les entretiens
- * brainstormer par rapport au jeu : forme, objectifs, etc.
- * démarche de créativité (zieuter quelques méthodes de créativité + de conception de jeu)

* quels outils pour aider à la décision ? Zieuter des logiciels de pré-dimensionnement

Notion **d'usage** → zone jour / nuit (selon le moment où l'on chauffe), quelles habitudes ont les consommateurs... (Re)penser la façon d'habiter / d'utiliser

Prendre en compte l'efficacité énergétique :

- *passive* = isolation, systèmes énergétiques, etc.
- *active* = via le comportement des utilisateurs (autoconsommation) et leurs pratiques → les gens doivent jouer le jeu et donc prendre conscience de leur consommation

!! Très important de prendre en compte les humains et leur comportement ! Surtout au niveau de la basse consommation ! Surtout que c'est quelque chose qui aujourd'hui n'est pas vraiment pris en compte...

3ème séance - 03/03/2021

Reprendre le GANTT en prenant en compte les risques, on peut anticiper dans phases

Grosses parties → Sous-parties

Revue n°2 : Montrer qu'on maîtrise le sujet, qu'on a pris en compte les risques, où on en est dans le planning (synthèses et tout)

TD Gestion de projet

1- **analyse de risques** ? Qu'est-ce qui pourrait faire que notre projet n'aboutisse pas ?

→ prototypes à itérer : difficulté de mettre en place un prototype qui fonctionne du premier cas ==> ***prendre en compte la phase de test (ce qu'on a fait)***

→ avec qui sont faits les essais ? Est-ce qu'on est sûr de notre coup ? ***Prendre en compte le temps de sécuriser ses contacts et d'obtenir leurs retours !!***

* Il faudra analyser ce que nous dit le prof → le risque est-il réel ? Si oui, quel est son impact sur notre projet ?

→ prise en compte des délais pour la conception du prototype final : phase de recherche de sous-traitant + rédaction des devis qui peut être programmé en parallèle de tâches bien en amont

2- à chaque fois qu'on a de grosses phases, elles en cachent plusieurs petites... Il faut **rediviser les grosses phases** quand cela est nécessaire !

==> planning = outil de suivi —> il faut le modifier en fonction de nos besoins

—> pas forcément une distribution chronologique : quelles phases peut-on anticiper et mener en parallèle d'autres tâches ?

3- **soutenance n°2** : objectif = être **totale^{ment} maître** de notre projet :

* livrables

* planning

* objectifs

* **risques** —> brainstormer par rapport à quels risques et quelle influence sur le programme ?

* où est-ce qu'on en est ? Comment juge-t-on notre avancement ? Comment se projette-t-on dans les prochaines semaines ? Quels sont nos résultats ?

Brainstorming de l'après-midi

Bien penser en amont à l'intégration des élèves architectes dans notre projet !

→ importance des livrables intermédiaires

→ prévoir un après-midi complet pour leur exposer notre avancement et définir leur rôle

Discussion avec Ben - 04/03/2021

Phase de négociation très importante

Est-ce que les règles sont complètement connues ? Si oui, ils vont juste "jouer les règles", ils ne vont pas vraiment apprendre à prendre des décisions

→ si les joueurs ne connaissent pas tous les tenants et les aboutissants, ils doivent avancer à tâton ensemble

→ il y a des règles / un modèle MAIS il est caché !

OU BIEN règles très simples à la base, sans qu'ils aient tout le détail du jeu

= différence entre jeu et jeu sérieux

⇒ idée = **asymétrie d'information** qui se rapproche d'une situation réelle

⇒ but = les gens doivent avoir appris quelque chose, pas seulement avoir passé un bon moment

⇒ dans la phase de debriefing, on parle avec les gens de ce qu'ils ont appris

Ex. jeu où le but est d'apprendre à gérer l'imprévu :

- soit tirer des cartes à chaque tour qui ajoutent de nouvelles contraintes
- soit ne pas divulguer les aléas auxquels les joueurs sont confrontés

- *soit ne pas leur dire le nombre de tours*
- *etc.*

//\ On ne peut pas faire un serious game en disant au début “voilà les règles”

Il ne faut pas que les joueurs disent à un moment “waouh c’est un super jeu”
 → il faut de l’immersion, que les gens se prennent vraiment au jeu
 → on fait ça avec la gestion des conséquences

L’ordre des joueurs est aussi important :

- 1er qui joue = le plus en difficulté
- joueur du chaos = celui qui joue en dernier

Quelques idées :

- il faut un arbitre / maître du jeu qui gère la partie cachée des règles
- créer de l’incertitude
- prendre un jeu classique qu’on connaît et le détourner pour en faire un serious game ?
- Encore une fois, un jeu sérieux ne doit avoir qu’**UN** objectif !!
 - qu’est-ce qu’on veut qu’ils apprennent
 - comment est-ce qu’ils l’apprennent
 - comment se passe la phase de discussion

Risque = qu’on se cache derrière les visuels mais que le jeu ne soit pas abouti ou trop fouilli...

... alors que si notre prototype tout moche fonctionne comme ça, c’est qu’il est plutôt pas mal !

→ passer plus de temps sur le *game design* que sur le rendu visuel !

Point avec Stéphane + Olivier - 08/03/2021

contact archi : CAZENEUVE Thomas cazeneuve.t@grenoble.archi.fr

AZZOUG Nacer-Eddine azzoug.n@grenoble.archi.fr

LEGAIT Hadrien legait.h@grenoble.archi.fr

Jeu qui joue avec la réalité

Notre société est restée dans le 20e siècle

→ selon Olive, jeu sérieux s’inscrit dans la réalité de maintenant avec de fortes contraintes sur les ressources

→ co conception entre archis et ingés : il n’y a que ça qui peut fonctionner aujourd’hui

⇒ comment aider les gens à faire face à ce problème de contrainte et de résilience ?

Autre point de tension = approche dogmatique chez les archis, qui n'est pas raisonnable

→ à quelle échelle notre projet est-il raisonnable ? C'ad utiliser à fond le territoire qui nous est fourni avec un niveau techno supérieur à ce qu'on avait avant ?

2 hypothèses sur lesquelles on doit travailler :

- visions stéréotypées ingé / archi archi fausse, dans laquelle on s'enfonce (les archis qui "dictent" leurs idées, les ingés qui calculent...)
- j'ai un certain temps / argent / énergie pour trouver une solution, des modèles simples sur lesquels baser une co conception

Idée d'Olive = approche pragmatique du champ des possibles des solutions de co conception

→ processus linéaire, qui avance dans le bon sens (et non des itérations destructrices où les uns font des choses dans leur coin)

→ repenser l'organisation du travail entre les différents concepteurs

Ce qu'ils aiment bien dans nos propositions :

- système de cartes contrainte qui viennent s'ajouter au fur et à mesure
- système de chiffrage / score
- cartes solutions → amènent du débat, des idées que l'on aurait pas eu
- ...

→ **Ils VEULENT leur outil de dimensionnement à côté...**

Idées :

- partir d'un site donné ⇒ cartes contraintes / ressources en fonction
- penser à la durée : long terme ? court terme ?
- le prendre comme un outil de conception
- plusieurs étapes pour identifier dans quelles directions on peut aller
- étape d'analyse du territoire et des ressources disponibles
- système de feu rouge / orange / vert (?)
- à la fin, on aboutit à une famille de solutions qu'il faut approfondir / qui nous semble le plus pertinent :
 - 2/3 solutions très pertinentes
 - 2/3 solutions qui méritent quand même d'être explorées
 - ...

// **Darwinisme** : il faut créer de solutions avec des éléments existants, et celle qui reste à la fin est la plus pertinente

⇒ processus constructif, sur la durée et grâce à la discussion

Mettre en place une équipe de **CO CONCEPTION** avec des ressources **LIMITÉES** pour aboutir à une solution **PERTINENTE**

⇒ jeu = outil de conception caché

Pour notre projet → se cantonner à la première étape d'analyse des strates de ressources (jardin / commune / etc.) + ébauche de lignes directrices, grands axes

À chaque étape, vérifier que les contraintes et solutions retenues sont bien compatibles et pertinentes

Intérêt d'un jeu sur le **long terme** → certaines phases peuvent se faire à côté, entre les phases de jeu (par exemple, trouver certains éléments d'analyse du territoire)
→ jeu serait un guide, une méthode pour ouvrir le champ des possibles

4ème séance - 10/03/2021 - matin

Quoi mettre dans le jeu ?

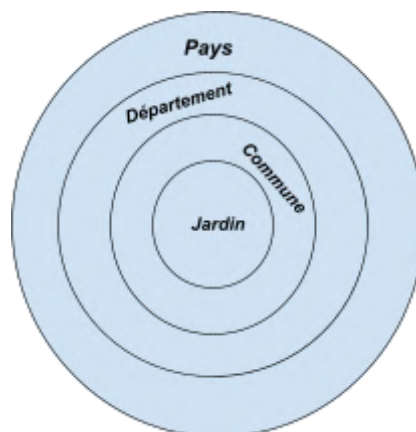
- point de départ = ressources (énergétique + construction)
- idée **d'échelle** : classer les ressources selon leurs disponibilités locales (jardin → commune → département → pays)
- les joueurs évaluent la valeur des cartes ressources en fonction de l'échelle dans laquelle elles se situent
- intégrer des outils d'aide à la décision : base de données, aide au dimensionnement...
- ACV
- confronter les joueurs aux pb environnementaux actuels

----- NOUVEAU BRAINSTORMING -----

Pré-requis : Cahier des charges : surface, première idée par le client mais le projet est laissé assez libre

PHASE 1 = étude du territoire

- étude des ressources structurelles et énergétiques aux différentes échelles
- réappropriation de l'analyse du territoire (sur le plateau)
- prise de décision sur une échelle (ou bien plutôt pendant la phase 2 ?)



→ *entre-phases : vérification avec les standards RE 2020*

PHASE 2

- prérequis : prédimensionnement surface + besoin en énergie
- définir le nombre de “pastilles” disponibles (1 pastille = 1 unité de besoin en NRJ) → dimensionnement sommaire
- s’intéresser aux impacts
- choix des matériaux
- répartition des pastilles (j’attribue 2 soleils à NRJ, 3 bois, à structures, etc.)
- choix de l’échelle

PHASE 3

- proposition de solutions → cartes solutions entrent en jeu
- élaboration d’une solution détaillée (matériaux, NRJ, usages...)
- *RE 2020* → l’intégrer au jeu (sous forme de cartes contraintes ?)
- *outil d’ACV* (le plus tôt possible pour que tous soient sensibilisés à cette problématique et qu’ils la prennent en compte dans leurs solutions)

Comment les mettre en place ?

Questions aux profs :

→ quand ils arrivent sur l’avant projet, est-ce que les acteurs ont déjà une idée du type de bâtiment qu’ils veulent construire ? Est-ce qu’ils ont déjà plus ou moins une idée des besoins énergétiques / structurels ?

⇒ *sur quelle base est-ce qu’on part pour le jeu ??*

→ *A quel point du dimensionnement en est-on à la fin de la phase d’avant projet ? Très précis ou pas du tout ?*

→ combien de temps dure la phase d’avant-projet ?

→ à quel moment on interviendrait ? Le pb c’est que sur l’avant projet, l’appel d’offre a déjà été fait, donc le maître d’œuvre a déjà proposé une solution... Ou alors on part sur un certain type de projet où notre postulat de base marche...

→ à quel moment prend-on en compte la RE 2020 ? Comment évaluer si oui ou non on rentre dans ce cadre ? Avec quels outils ?

→ soumettre la liste des matières premières qu’on a constituée

→ question pour Stéphane : quid de l’isolation ?

4ème séance - 10/03/2021 - aprèm

PHASE 1 = étude du territoire

- listing des **jetons ressources** en NRJ et en structure (jetons réseaux de chaleur, de gaz, d'élec, etc.)
- sélection des cartes contraintes (RE 2020 et ACV)
- prise en compte des usages

À faire :

- recherche d'outils/ logiciels de quantification des ressources
- travail de fond → définir le nombre de cartes, de jetons... et toutes les précisions qui vont avec (coût environnemental, etc.)

PHASE INTERLUDE

- considération des futurs usagers → création d'un personnage type:
 - âge, situation pro et financière
 - mobilité
 - habitudes (temporelles et spatiales)

⇒ type **jeu de rôle** : les joueurs incarnent un personnage type (profil utilisateur du futur bâtiment)

- chaque joueur raconte sa journée type (ce qu'il fait dans le bâtiment, comment il s'y rend, combien de temps il y reste...)
- permet de mettre en avant les besoins des utilisateurs
- debriefing sur la journée type : contraintes supp

PHASE 2

- définition des besoins en jetons :
 - kW pour l'énergie → élec, thermique
 - m3 / m2 pour la structure
- répartition des jetons ressources sur les **jetons besoins** → *ex : on a besoin de 10 pastilles en élec, on prend les 5 pastilles soleil produites dans mon jardin, les 3 pastilles eau de la commune, etc.*
 - ⇒ il peut y avoir plusieurs combinaisons de jetons (pour plusieurs solutions dans la phase d'après)
 - ⇒ ACV incomplète des matériaux (extraction / transport / production)
 - ⇒ validation de la répartition en fonction des cartes contraintes
- définition de l'échelle ?

PHASE 3

Cartes solutions → cf. mercredi dernier : catégorie de solutions (sur le recto du plateau territoire)

!/\ Cartes ressources et solutions "autre" qui peuvent être personnalisées si on pense à d'autres solutions (containers, skis, etc.)

- ❖ Toiture : isolation, revêtement, charpente
- ❖ Mur : isolation thermique et phonique, structure
- ❖ Sol : isolation, structure, fondations
- ❖ Ouvertures : portes, fenêtres
- ❖ Environnement : jardins, mobilité
- ❖ Mix NRJ
- ❖ Chauffage
- ❖ Eau

Intégration de l'ACV dans la phase 3 :

- faire un ACV sur Elodie
- score selon certains critères d'après les résultats : CO2, utilisation des ressources, etc.

Impacts Globaux

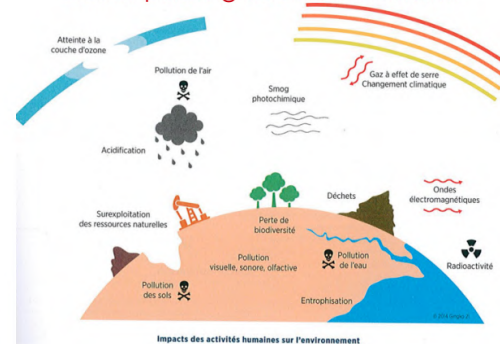
- Changement climatique
- Destruction de la couche d'ozone
- Epuisement des ressources naturelles

Impacts Locaux

- Pic d'ozone (photochimique)
- Acidification de l'air, eau, sols
- Eutrophisation de l'eau
- Ecotoxicité (air, eau)



Des impacts globaux & locaux...



Remarques Olivier 11/03

- ce qu'on a au début de la phase 1 : programme + lieu (surface)
- sur le principe, ça lui va très bien + peut être une réelle aide pour la conception

Interludes :

- intérêt = poser des questions + voir comment le groupe répond à ces questions (durant les phases interludes)
- crée un dialogue entre les acteurs : compromis, solutions nouvelles

→ chiffrer ce qui est chiffrable et soulever les bonnes questions durant les phases d'interlude

→ mobilité : prendre en compte le développement des voitures électriques (<15 kWh / 100 km)

Réponses aux questions d'hier

* base de travail = lieu + programme

* RE 2020 : on intervient plus ou moins au niveau de l'esquisse (phase 2) / APS (phase 3) → c'est suffisant d'aller jusque là

→ cf. [Loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée — Wikipédia \(wikipedia.org\)](#)

→ beaucoup trop de paramètres à prendre en compte au delà du simple projet archi pour aller plus loin

→ paramètres politiques + lobbying, etc.

→ notre APS permettrait de vérifier si on assure une certaine résilience

→ devrait fournir une certaine auto production

→ il nous faut des réseaux résilients

« La bonne voie, c'est la voie du milieu » Olivier Baverel, 11 mars 2021

* ressources en structure → plutôt au niveau départemental

- fonte / acier = plus ou moins la même chose

- « autres » ↔ « éléments détournés »

!/\ 8% du parc français immobilier est inoccupé

* questions de sécurité + PMR (personnes à mobilité réduite) → à mettre dans l'interlude (archi n'y pensent pas forcément)

5ème séance - 15/03/2021

Définir les interactions entre les différents acteurs / décisionnaires

→ certains acteurs ont un rôle décisif (communes, client) mais n'interviennent pas tout au long du projet ⇒ comment les faire intervenir ?

→ comment garder une trace des différents échanges entre les acteurs ? Idée d'ardoise / tableau blanc ?

Remarques des profs :

- quid de la géométrie ? Conception **bioclimatique** (du type orientation) ? Est-ce qu'on peut orienter le bâtiment comme on veut ?

⇒ rentre en compte dans l'estimation des besoins !!

- prendre en compte ce qu'on a autour (particularités du terrain, etc.) → si on a une parcelle sur laquelle on peut s'orienter comme on veut, c'est un bonus !

→ pas mal de jeunes archis n'ont pas de notions bioclimatiques

→ pourrait prendre la forme de **cartes conseil** (du type “inertie thermique”, “végétalisation”, “orientation des façades”, etc.)

⇒ **ce qui est important = consommer moins + réseau intelligent**

⇒ *“l'autarcie est une utopie” Olivier Baverel, 15 mars 2021*

!/\ 2 millions de voitures électriques = autant d'NRJ stockée que les barrages STEP

Question → si on surproduit à la maison, on a un choix : stocker ou bien s'organiser en réseau ?

→ notion d'autoconsommation collective

Question des normes + clients + ACV:

- sous forme de questions ouvertes / réflexions pendant les entre-phases
- aller récolter les avis / points de vue sur des projets réels

⇒ **PB** : *on ne peut tester en grandeur réelle notre prototype car un avant-projet dure sur un certain temps (plusieurs mois)*

Suite remarques :

- certains édifices requiert une méthodologie spécifique → on pourrait envisager des extensions
- se limiter aux écoles / logements / bureaux
- client et autorités officielles peuvent intervenir pendant certaines phases (phases interludes ?)
- prendre en compte la question du confort / de la fonctionnalité ⇒ peut être décisif à la fin du projet pour choisir entre différentes solutions
- ACV ↔ ordre de grandeur (*e.g. 1 tonne de béton = 1 kg de CO2 ou quoi*)

Idée de Natacha : phase “chaos” durant laquelle on pose tout plein de questions pour remettre en question les solutions adoptées

Pour les phases interlude → piocher un certain nombre de cartes “questions” auxquelles ils réfléchissent ?

Autres critères à prendre en compte :

- NRJ grise = NRJ utilisée lors de la construction (transport, usinage, extraction, etc.)
- Argent / budget
- Temps / délais

⇒ Jusqu'où pousse-t-on la conception de notre jeu ? Quel est le cadre dans lequel on se recentre ? Est-ce qu'on parle des questions économiques, temporelles ?

7ème séance - 22/03/2021

Questions soulevées lors de la séance :

- Scénario à élaborer pour la semaine prochaine → utiliser l'analyse de territoire de Saint-Pierre en Chartreuse
- Différencier les matériaux bruts, directement dispos sur le site, de ceux qui doivent subir une transformation
- Quelles caractéristiques pour définir les personnages dans la phase d'interlude ? (Mobilité, horaires, mode de restauration...)
- Reprendre le questionnaire pour les ingés et les archis (à voir si on l'envoie tel quel ou si on le reprend sous une forme moins emmerdante)
- Qu'est-ce qu'on entend par "ressource" ? Le matériau en lui-même ? ou bien l'ensemble matériau-processus de transfo qui rend le matériau utilisable lors de la construction ?
- Jeton "industrie locale" ? Prendrait en compte des industries au niveau local dont on pourrait profiter (*e.g. industrie de plâtrerie, de plastique, etc.*)

Remarques de Baverel :

- ressources matériaux = notion de "**local**" assez complexe à définir...
 - trouver un entre-deux au niveau des échelles entre le site d'extraction, de transformation, etc.
 - considérer d'une part les matériaux bruts puis les matériaux transformés (système de 1ère / 2ème transfo)
- **Projet MESH** = algorithme qui optimise la disposition / l'agencement du bâtiment en fonction des conditions climatiques / de la topographie du terrain
- Phase 3 pas forcément nécessaire (on arrive sur le domaine des archis où on sera très facilement critiquable)
 - si on a déjà 2 phases bien solides pour ouvrir le champ des possibles, c'est déjà super !

9ème séance - 29/03/2021

→ Test de la phase 1 du premier prototype !

Remarques sur l'interlude 0 :

- besoins à préciser (habitation / bureaux et autres)
- déplacement → pour aller au travail seulement ? ou autres déplacements nécessaires ?
- penser sur le long terme → les enfants vont grandir
- ils ne se sont pas servis du journal de bord...

Remarques sur la phase 1 :

- le début d'une embrouille entre ingés et archis sur qui a la connaissance par rapport aux ressources...
- échelle de la commune → considérer la communauté de commune ? un périmètre en km ?
- bien faire comprendre aux joueurs que quand on parle de ressources, il faut aussi un moyen de les exploiter !
- jeton agrégat manque !!
- béton / ciment / agrégat : les ressources se superposent
- les ressources qu'on ne trouve pas dans les docs : les joueurs les placent parce qu'elles sont dispos ou parce qu'ils anticipent la phase suivante et leurs besoins ?

→ *Est-ce qu'ils doivent TOUT placer ??*

- les joueurs se sont répartis les différentes parties de l'analyse, puis ils reprennent l'analyse que les autres ont fait → dialogue constructif par rapport aux choix d'échelle
- toujours pas d'utilisation du journal de bord → ne sont pas allés chercher des ordres de grandeur plus précis (un peu au pif)

→ *Est-ce que les professionnels le joueront de la même manière ?*

Remarques sur l'interlude 1 :

- prendre en compte le vis-à-vis
- on n'a pas trop d'idée du relief avec les docs qu'on leur a filé
- risque de cette phase = ils partent déjà trop dans la conception, il faudrait que ça reste assez conceptuel, avec juste les relations entre les pièces et l'environnement
- la phase où ils se prennent le plus la tête...
- Comment on gère les étages ? Là ça n'a pas posé problème parce qu'ils ont fait une maison de plain pied
- ils ont réfléchi aux ouvertures → est-ce qu'on va jusqu'à ce niveau de détail ?

DEBRIEF

- "je ne comprends pas trop la partie NRJ... à part mettre des panneaux solaires"

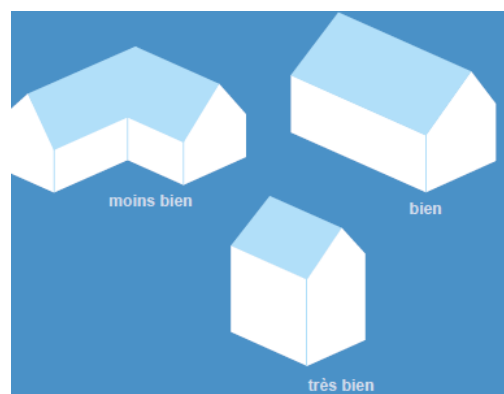
- analyse du territoire → se fait de manière assez “au pif”
- Certains voudraient que l’analyse soit faite au préalable (pour moi il faut quand même que les ingés participent à l’analyse du territoire...)
- intervention de l’usager après la phase 1
- Journal de bord pas utilisé → l’analyse n’a pas été poussée assez loin
- Interlude usages → quelles pièces sont indispensables + quel budget

À FAIRE LA PROCHAINE FOIS :

- ⇒ **redéfinir les NRJ**
- ⇒ **remplir le tableau de bord**
- ⇒ **plus expliciter la partie PLU / patrimoine dès le début**
- ⇒ **à la fin de la phase 1, on les oblige à trouver à un autre matériau / NRJ non conventionnel(le)**
- ⇒ **reprendre les jetons matériaux : terre pour la construction (ok, jeton terre) + terre pour le béton (agrégat)**

Remarques de Stefanou + Olivier :

- prendre en compte le développement de l’autoconsommation et des communautés énergétiques (?)
 - ⇒ *implique une organisation au niveau de la communauté*
- pour l’NRJ, ce qui est plus intéressant c’est de considérer les **ressources pour le chauffage** (plus gaz)
- Biogaz (notamment en milieu rural) → on ne peut pas le réinjecter dans les réseaux car le soufre endommage les installations
- Pour avoir un retour de la part des professionnels : filmer les différentes phases puis monter un "aftermovie" pour qu’ils aient une idée de comment ça se passe et qu’ils nous donnent leur avis
- “besoins structurels” ↔ **compacité**



→ *compacité permet une économie de ressources + d’optimiser la thermique*

- plans d'esquisse doivent pouvoir être évolutifs (l'intérêt c'est d'expliquer la plus-value de telle ou telle solution)
- conserver plusieurs solutions au niveau du plan d'esquisse qui ensuite seront passées à la moulinette de l'évaluation
 - ⇒ enjeu = **ouvrir le champ des possibles**
 - ⇒ c'est via la discussion entre les acteurs qu'on évalue les critères objectifs / non objectifs et qu'on aboutit à une solution potentielle

Diogen → site où on trouve des résultats incomplets d'ACV

- pour l'ACV, prendre en compte l'NRJ et le CO2 (c'est déjà un bon début) + création de déchets et consommation d'eau c'est pas bête à regarder
- c'est bien d'avoir les matériaux, mais il faudrait assez vite avoir une idée des techniques constructives (ne demandent pas la même quantité de matériau ni d'NRJ pour les mettre en place)
- Pour la fin de vie ←→ **potentiel de réemploi** ⇒ comment le quantifier ?? (ou pas)
 - système de feu vert / orange / vert ?
 - bois = vert / acier = vert ou orange / béton beurk
- notion de **generative design** avec l'apport de l'intelligence artificielle
- pour les méthodes d'évaluation → une feuille Excel ce sera suffisant...

Discussion sur la phase 2 :

- les archis arrivent avec différents scénarios / esquisses qui requièrent différentes solutions en termes de ressources
- on fait les combinaisons qui vont bien avec les jetons qu'on a placé et selon ce que requiert chacun des scénarios

11ème séance - 7/04/2021

Techniques de construction ??

- différencier les techniques constructives et les solutions
- Diogen : base de données pour l'ACV : on peut peut-être se baser là-dessus dans un premier temps (?)

Cartes RE 2020 :

- quels sites utiliser pour avoir des données météorologiques ?

- Degré heures : comment les calculer ? Quelle moyenne prendre (mensuelle, hebdomadaire...) ?
- Système d'heures creuses / pleines en fonction de la période d'activité dans le bâtiment ?

Autres remarques :

- chiffrer l'éloignement de la ressource sur le plateau en fonction du coût environnemental du transport (lors de l'ACV, kg équivalent CO2 du transport)
- matrice décisionnelle avec code couleur pour comparer les différents scénarios selon les différentes étapes d'analyse
- fin de vie qu'on ne peut pas quantifier → via un code couleur en fonction des matériaux
- pour le choix des matériaux, donner des ordres de grandeur par rapport au transport (pas d'ACV à ce stade, seulement qu'ils aient l'idée en tête)

Appel avec Stéph

DJU : calcul résistance moyenne / m² du bâtiment * nb du DJU entre 18° et la t° exté et regarder les épaisseurs mais ne prend pas en compte rayonnement si on a une grande baie vitrée (faudrait le prendre en compte)

Calculer les apports solaires et ajout avec un petit code

Inertie ne pourra pas être prise en compte

Nature des murs

Pléiade : rentre tout de suite dans les détails

Lundi aprem

Degré heure : Réf de t° inté, delta temp positif négatif, T° exté, calculer sur une journée. indépendant de l'isolation.

Besoin → Isolation → Chauffage

Tous les isolants ont à peu près les mêmes propriétés, air qui isole

Risque d'humidité à prendre en compte dans le choix de l'isolation

12ème séance - 12/04/2021

Test de la partie 2 : Voir notes dans "Test prototype 1" - "Phase 2"

13ème séance - 26/04/2021

Phase 3 :

- Tout est interdépendant (isolation, CVC, eau...) → proposer **différentes combinaisons + matrice de décision** (pareil à la phase 2)
- Pour chaque combinaison, expliquer les avantages / inconvénients de chaque combinaison + dans quelle situation elles sont pertinentes
- Penser à comment bien intégrer ingés ET archis sur des parties plutôt ingés / plutôt archis
- Plutôt qu'une démarche linéaire isolation → CVC → élec, on détermine une combinaison globale PUIS on effectue un pseudo bilan thermique
- 3 grandes familles :
 - eau (inclut l'assainissement)
 - thermique (CVC + isolation)
 - électrique (production + apport du réseau)
- support visuel : pleins de cartes que l'on place sur le plateau en fonction des différents lots

CE QU'ON FAIT PENDANT LES DIFFÉRENTES PHASES :

→ phase 2 : calcul du besoin en NRJ du bâtiment (technique du magicien d'Oz)

→ phase 3 : choix de l'isolation + des autres solutions + quelle(s) NRJ on utilise

- penser aux gens de l'année prochaine / à ceux qui vont prendre la suite du projet :
 - leur "tendre des perches", autrement dit des idées d'ouverture / d'amélioration pour les prototypes futurs
 - être bien clair sur notre méthodologie + le déroulement du jeu, pour qu'ils puissent reprendre le projet là où on l'a laissé

⇒ *ça peut être assez difficile d'avoir des chiffres / ordres de grandeur / dimensionnement, donc à la limite on peut se focaliser sur une évaluation quantitative des solutions → ce sera aux joueurs de faire les compromis qu'il faut !*

→ aller zieuter site : [Conseils thermiques et maîtrise de l'énergie](#)

Pour mercredi :

- écrire les règles pour la phase 3

- penser à la mise en page des cartes solutions
- faire les recherches pour les cartes solutions
- interlude remise en question
- penser à confronter les profs à notre prototype (pas forcément leur faire tester, au moins leur montrer le jeu en vrai + les résultats des tests)
- fait : premier dimensionnement du chauffage + clim avec prise en compte des pertes liées aux ponts thermiques (à préciser)
- remplir le journal de bord

Que mettre sur les cartes ?

- avantages / inconvénients
- ordre de grandeur (isolation → conduction thermique)
- indicateur d'ACV (potentiel de réemploi, recyclage, NRJ grise, etc.)
⇒ *ajouter des avantages / inconvénients selon si la ressources est proche ou non du terrain*

14ème séance - 28/04/2021

Ce que j'ai à faire :

- mail à Félix Faure pour la visite de son bâtiment **DONE**
- remplir le tableau de bord pour la phase 3 → on se fixe à $\frac{3}{4}$ combinaisons max dans le livret mais ils sont libres d'en faire beaucoup plus **DONE**

Autres choses à faire :

- remplir le tableau de bord pour faire jouer la phase 3 lundi pro
- faire un design pour les cartes solutions (Canva ?)

15ème séance - 03/05/2021

Pistes d'amélioration pour la suite du projet (année prochaine) :

- outil pour déterminer un graphe de présence (Excel ou autre outil plus pertinent)
- retravailler la partie énergétique → mettre au point un outil (programme, logiciel, etc.) pour sortir un dimensionnement des besoins énergétiques (cf. travail de Julie), en prenant notamment en compte :
 - le rayonnement solaire
 - l'inertie thermique des bâtiments
 - l'usage ...

⇒ *on pourrait considérer un “magicien d’Oz” qui nous permet, juste en injectant en entrée les plans et la localisation, d’obtenir en sortie les besoins énergétiques du bâtiment*

- intégrer un questionnement sur la biodiversité sur le bâtiment : *comment préserver celle qui est déjà présente sur le terrain ? Comment la faire interagir avec le bâti ? Pourrait-on envisager des toitures et/ou murs végétalisé(e)s ? Quid de la suffisance alimentaire ?*
- refaire une nouvelle version une fois que la RE 2020 est publiée et un peu plus maîtrisée
- prendre en compte le budget
- penser aux usages → *un bureau pourrait-il être autre chose qu’un bureau ?*
- étendre le jeu à tous types de bâtiments (écoles, hôpitaux, etc.)

16ème séance - 05/05/2021

Ce qu’il nous reste à faire :

- figurer les règles, quitte à faire plusieurs livrets selon les phases
- rédiger le rapport + préparer la soutenance
- faire la vidéo
- mise en page des cartes solutions
- faire les cartes question / remise en cause
- ...

À mettre dans le rapport :

- remise en cause de la cible de notre jeu → à qui est-il destiné ? Est-il pertinent de présenter notre jeu à des professionnels ? Ou bien suivre l’idée de Dubus selon laquelle il serait plus intéressant de l’utiliser au sein du parcours PARIN voire pendant des formations pros ?
- évolution du cahier des charges → d’un outil Python à un jeu de plateau