HAL
open science

TEPOS – Un jeu pour atteindre l'autonomie énergétique

Brice Anselme, Nicolas Becu, Eva Haëntjens, Pierre Pech, Laurent Simon

To cite this version:

Brice Anselme, Nicolas Becu, Eva Haëntjens, Pierre Pech, Laurent Simon. TEPOS – Un jeu pour atteindre l'autonomie énergétique. Colloque - L'urbanisme, l'architecture et le jeu, Dec 2016, Lille, France. hal-01453409

HAL Id: hal-01453409

https://hal.science/hal-01453409

Submitted on 2 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TEPOS – Un jeu pour atteindre l'autonomie énergétique

Brice Anselme, UMR 8586 PRODIG, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
brice.anselme@univ-paris1.fr
Nicolas Becu, UMR 7266 LIENSs, CNRS
nicolas.becu@univ-lr.fr
Eva Haëntjens
eva.haentjens@gmail.com
Pierre Pech, UMR 7533 LADYSS, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
pierre.pech@univ-paris1.fr
Laurent Simon, UMR 7533 LADYSS, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
laurent.simon@univ-paris1.fr

Abstract

The TEPOS game is a serious role-based game that simulates the energy self-sufficiency of a territory and explains the possible stumbling block that can occur during the implementation of an energy infrastructure project. It addresses the issue of energy transition in terms of: the technical feasibility of projects, their environmental impacts and their social acceptability.

It is addressed to stakeholders involved in the implementation of energy self-sufficiency projects, as part of a territorial development project, training, consultation meeting, or an awareness campaign. It helps local authorities and other public projects instigator develop a good understanding on the energy transition issue, to exchange and consider with their partners the locks and levers for action to implement wind farm or wood energy infrastructures. It can also be used by building companies responsible for setting up these infrastructures, either for in-house training or during a consultation process.

The game features a community of municipalities with its wind and wood-energy managers, a wind-farm operator, the Regional Directorates for Environment, Development and Housing (DREAL), a public forester representative and a private forester. The processes simulated by the computer are energy production, forest regeneration, specific diversity of forest stands, social acceptability of energy infrastructure projects, impact of infrastructure on bird and bats populations, as well as economic constraints of stakeholders.

Résumé :

Le jeu TEPOS est un jeu sérieux à base de rôles qui permet de simuler l'autonomie énergétique d'un territoire et d'expliciter les points de blocages possibles lors de la mise en place d'un projet d'infrastructures énergétiques. Il aborde la question de la transition énergétique sous trois angles : la faisabilité technique des projets, leurs impacts environnementaux et leur acceptabilité sociale.

Il s'adresse aux acteurs impliqués dans la mise en place de projet d'autonomie énergétique, dans le cadre d'un projet d'aménagement, d'une formation, d'une concertation, ou encore d'une campagne de sensibilisation. Il permet d'aider les collectivités territoriales et autres porteurs de projets publics à construire leur réflexion sur la transition énergétique, à échanger et envisager avec leurs partenaires les verrous et leviers à la mise en place d'infrastructures énergétiques éoliennes ou bois-énergie. Il peut également être utilisé au sein d'entreprises du bâtiment chargées de la mise en place de ces infrastructures, soit pour une formation en interne, soit au cours d'un processus de concertation.

Le jeu met en scène une communauté de communes avec son responsable éolien et son responsable bois-énergie, un opérateur éolien, une DREAL, un représentant ONF et un forestier privé. Les processus simulés par le calculateur sont la production d'énergie, la régénération forestière, la diversité spécifique du peuplement forestier, l'acceptabilité sociale des projets d'infrastructures énergétiques, l'impact des infrastructures sur les populations d'oiseaux et de chiroptères et les contraintes économiques des acteurs.

1 Introduction

Le jeu TEPOS est né dans le cadre de la formation master 2 BIOTERRE – Biodiversité, Territoire, Environnement, de l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Chaque année est organisée une sortie terrain qui vise à aborder les grandes définitions et les grands enjeux de la biodiversité, à la fois sous l'angle des composantes (espèce, écosystème, paysage) mais aussi du point de vue des fonctionnalités

et des services rendus à la société. Elle est aussi l'occasion de découvrir une palette variée des enjeux et des modes de gestion de la nature que ce soit sur des territoires dédiés à la conservation ou bien dans des structures institutionnelles ou des entreprises. A l'issue de cette sortie terrain, les étudiants et professionnels du master sont invités à réfléchir sur une question environnementale en rapport à la gestion de la biodiversité et l'aménagement de grandes infrastructures et à définir une problématique précise concernant le territoire visité. Ils sont ensuite amenés à traiter la question définie par une démarche de simulation participative mettant en œuvre la création et le développement d'un jeu sérieux à base de rôles. Les thématiques traitées portent aussi bien sur la mise en place de mesures de préservation de la biodiversité dans le cadre de l'aménagement d'une Ligne à Grande Vitesse par exemple, que sur l'impact environnemental de l'essor touristique d'une commune rurale sur les espaces naturels protégés. Produits dans un cadre pédagogique, ces outils sont à l'état de prototype et possèdent un fort potentiel pour une utilisation en aide à la concertation en matière d'aménagement et de gestion de la biodiversité.

En 2015, la promotion du master s'est rendue sur le territoire du Trièves pour travailler sur les énergies renouvelables, notamment sur les filières de l'éolien et du bois-énergie. La Communauté de Communes du Trièves a en effet, été retenue en 2015 dans le cadre de l'appel à projets TEPOS «Territoire à énergie positive pour la croissance verte» proposé par l'ADEME et la Région Rhône-Alpes, afin de mettre en œuvre une dynamique de transition énergétique à court et long terme. Depuis bientôt 2 ans la communauté de communes met ainsi en place des actions pour faire de l'énergie un levier de développement économique du territoire, et anticiper la hausse du coût de l'énergie pour les ménages et entreprises locales.

C'est dans ce contexte qu'est né le jeu TEPOS. L'objectif des joueurs est que le territoire dont ils s'occupent dans le jeu atteigne l'autonomie énergétique dans les 15 prochaines années tout en respectant trois impératifs, (i) développer les énergies renouvelables des filières éolien et bois-énergie, (ii) préserver les ressources naturelles et la biodiversité et (iii) prendre en compte l'acceptabilité sociale. Le prototype de jeu développé par les étudiants a ensuite été repris par une ingénieure spécialisée dans les jeux sérieux à base de rôles, pour être amélioré, calibré et amené à une version opérationnelle qui puisse être jouée par des acteurs impliqués dans une réflexion sur la transition énergétique.

2 Vers une production énergétique plus propre

Aujourd'hui 80% de l'énergie consommée dans le monde provient de ressources fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) (Agence Internationale de l'Energie, 2012). La raréfaction des énergies fossiles et leur influence sur le réchauffement climatique font qu'une prise de conscience sur nos manières de consommer est devenue inéluctable. L'objectif général de la stratégie de l'Union européenne en faveur du développement durable pour le thème du changement climatique et de l'énergie est de freiner le changement climatique, ainsi que son coût et ses effets néfastes pour la société et l'environnement.

Dès décembre 2008, le conseil européen adopte le paquet énergie-climat, plan d'action qui doit permettre à l'UE d'atteindre d'ici 2020 le triple objectif qu'elle s'était fixé en 2007: réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre par rapport à leurs niveaux de 1990, porter la part des énergies renouvelables à 20% de la consommation et augmenter l'efficacité énergétique de 20% (Parlement Européen, 2012). En janvier 2014, la Commission Européenne présente un nouveau plan pour 2030 avec des objectifs nettement plus ambitieux que les précédents. Il prévoit la réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40% par rapport au niveau de 1990, une croissance des énergie renouvelables atteignant 27%, ainsi qu'une amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique.

En France, l'Etat fixe les grands objectifs pour faire face aux enjeux climatiques avec la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 (loi POPE du 13 juillet 2005 et travaux du « Grenelle »). La France veut produire autant de richesses en utilisant quatre fois moins de matières première et d'énergie. Ces objectifs sont réaffirmés par la loi relative à la transition énergétique

pour la croissance verte (18 août 2015) avec une division par deux de la consommation énergétique en 2050 par rapport à 2012 et une part des énergies renouvelables portée à 32% en 2030.

La transition énergétique devient aujourd'hui une thématique à prendre en considération dans le cadre de nos politiques publiques, que ce soit au niveau européen, national, régional, ou local. Ce nouveau modèle énergétique est basé sur la sobriété énergétique, la réduction des consommations et la croissance des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique.

3 La transition énergétique dans le territoire du Trièves

Le Trièves consomme 25ktep par an, répartis essentiellement entre les transports pour 50% et le chauffage résidentiel pour 40%, le reste étant partagé entre le secteur tertiaire, l'agriculture et l'industrie (Trièves communauté de communes, 2015). Cette consommation est constituée de produits pétroliers à 69%, devant l'électricité et le bois, ce qui entraine une dépense énergétique chère et un déficit économique important pour le territoire. Malgré la forte chute du baril depuis 2014, l'Agence Internationale de l'Energie prévoit une tendance générale de forte hausse pour les années à venir (IAE, 2015). Les mêmes tendances à la hausse sont attendues pour les tarifs de l'électricité (CRE, 2015). L'énergie va donc peser de plus en plus lourd dans les budgets du territoire du Trièves.

Le contexte énergétique local a poussé les élus du Trièves à inscrire le territoire dans une dynamique de territoire à énergie positive, pour faire de l'énergie un levier de développement économique du territoire, et anticiper la hausse du coût de l'énergie pour les ménages et entreprises locales. L'objectif du projet est de faire bouger significativement les courbes de consommation d'énergie et de production d'énergie renouvelable à court terme pour inscrire le territoire dans une stratégie permettant en 2050 l'équilibre entre production et consommation d'énergie.

La démarche engagée par le territoire pour assurer au mieux la transition énergétique se base sur (i) la sobriété énergétique qui en responsabilisant les usagers permet de supprimer les consommations inutiles, (ii) l'efficacité énergétique avec l'utilisation de systèmes davantage performants pour diminuer les pertes d'énergie, (iii) la croissance des énergies renouvelables. L'engagement du territoire du Trièves dans la transition énergétique a bien commencé et se situe même au-dessus de la moyenne nationale, avec une production d'environ 23% de sa consommation en énergie renouvelable (bois bûches pour les particuliers, chaufferies bois collectives, micro-hydraulique). Le grand hydraulique, principale source d'énergie renouvelable locale, n'est pas pris en compte dans ce bilan positif car l'énergie créée par les centrales de Cordéac et Monteynard est redistribuée dans le réseau centralisé très haute tension.

4 Un jeu de rôles pour accompagner la transition énergétique

Le jeu TEPOS est un jeu sérieux à base de rôles qui permet de simuler l'engagement d'un territoire vers l'autonomie énergétique et d'expliciter les points de blocages possibles lors de la mise en place d'un projet d'infrastructures énergétiques. Il aborde la question de la transition énergétique sous trois angles : la faisabilité technique des projets, leurs impacts environnementaux et leur acceptabilité sociale.

4.1 Objectif du jeu

Le jeu TEPOS s'adresse aux acteurs impliqués dans la mise en place de projet d'autonomie énergétique, dans le cadre d'un projet d'aménagement, d'une formation, d'une concertation, ou encore d'une campagne de sensibilisation. Il vise à aider les collectivités territoriales et autres porteurs de projets publics à construire leur réflexion sur la transition énergétique, à échanger et envisager avec leurs partenaires les verrous et leviers à la mise en place d'infrastructures énergétiques éoliennes ou bois-énergie. Il peut également être utilisé au sein d'entreprises du bâtiment chargées de la mise en place de ces infrastructures, soit pour une formation en interne, soit au cours d'un processus de concertation.

Lors d'une partie, l'objectif principal des joueurs est d'atteindre l'autonomie énergétique dans la communauté de communes du Trièves d'ici à 2030. Cette échéance correspond à l'exigence réelle du plan TEPOS. Deux moyens de production d'énergie sont à disposition des joueurs : l'éolien et le bois-

énergie. Ils correspondent aux deux filières énergétiques retenues dans la réalité par la communauté de commune du Trièves pour conduire sa stratégie TEPOS[1].

4.2 Déroulement d'une séance de jeu

Une séance de jeu est prévue pour se dérouler sur une durée de 4 heures, fractionnées en trois phases successives :

- Une phase d'introduction d'environ 1h dans laquelle est d'abord présenté rapidement le contexte énergétique du territoire du Trièves. Les objectifs de la simulation, les règles et l'animation sont ensuite décrits en détails, de façon à ce que chacun puisse s'approprier le jeu.
- Une phase de jeu de 2h : la partie qui simule une gestion du territoire sur 15 ans, est divisée en 5 tours (chacun correspondant à une période de trois ans) au cours desquels les participants vont pouvoir élaborer leur stratégie pour parvenir à l'autonomie énergétique.
- Une phase de débriefing d'à peu près 1h, subdivisée en trois étapes où les participants sont d'abord interrogés sur (i) leur ressenti du jeu, quels sont les éléments et les phases du jeu qui leur ont particulièrement plu ou déplu durant la partie, (ii) puis sur ce qu'ils ont appris, les constatations qu'ils ont pu faire et les leçons tirées du jeu (les animateurs auront préparés à l'avance des objectifs pédagogiques sur lesquels ils vont interroger les participants). Enfin (iii), une synthèse des échanges est réalisée par les animateurs.

5 Description du jeu de rôles

Le jeu se compose de trois principaux éléments : un plateau de jeu, des rôles décrivant les actions possibles et les objectifs des joueurs et des dynamiques socio-environnementales qui font évoluer le plateau de jeu et l'environnement socio-économique avec lequel les joueurs vont devoir composer. Les actions de chaque rôle sont entrées à chaque tour de jeu dans un fichier informatique Excel, qui permet de traduire automatiquement sur des jauges, les conséquences de leurs décisions, à la fois sur le pourcentage d'énergie renouvelable atteint, la biodiversité et l'acceptabilité sociale des projets.

5.1 Le plateau de jeu : une représentation stylisée du Trièves

Le choix du plateau de jeu s'est porté vers un support papier. Il est constitué d'un plateau central sur lequel les joueurs réalisent leurs actions au cours de la partie. Dans un souci de réalisme de représentation du territoire, nous nous sommes appuyés sur une carte du Trièves, mais l'occupation du sol a été simplifiée et ne sont représentées que les surfaces boisées (forêts publiques et privées), agricoles et montagneuses, avec une répartition spatiale qui correspond au plus près à la réalité. Figurent également sur le plateau de jeu, six zones urbanisées représentatives des communes du territoire (fig.1).

Nous avons opté pour des cases de forme hexagonale afin de restituer au mieux les distances entre les éléments dans un espace discrétisé (Birch *et al.*, 2007). Chacune des cases représente une superficie de 350 hectares et le plateau de jeu est constitué par un maillage hexagonal de 100 cases. Cette représentation est plus adaptée pour calculer le degré d'acceptabilité sociale vis à vis des aménagements réalisés, notamment l'installation de parcs éoliens dans les cases adjacentes aux zones urbaines.

[1] Le solaire et l'hydroélectricité étant déjà pleinement exploités dans la réalité, ces moyens de production ne sont pas représentés dans le jeu.

Figure 1. Plateau de jeu représentant le territoire du Trièves

5.2 Les acteurs représentés : 7 rôles à incarner

Le jeu met en scène les acteurs acteur impliqués dans la transition énergétique : la communauté de communes avec son responsable éolien et son responsable bois-énergie, un exploitant éolien, une DREAL (direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement), un représentant ONF et un forestier privé. Cela correspond aux 6 rôles incarnés par les joueurs.

Le jeu comporte également le rôle de l'opinion publique qui est incarné par le maître de jeu. Il intervient à certains moments au cours de la partie pour éclairer les joueurs sur les modalités d'évolution de la jauge « Acceptabilité sociale ».

Le tableau I ci-dessous synthétise les acteurs joués par les participants, ainsi que leurs objectifs et les actions qu'ils peuvent mettre en place.

Tableau I. Tableau récapitulatif des acteurs représentés lors de la simulation, de leurs objectifs personnels et des actions qu'ils peuvent effectuer durant la simulation

Rôle	Nombre de joueurs	objectifs	Budget initial	Actions
Communauté de communes (CCT)	Minimum 3 joueurs 1 responsable éolien 2 responsables bois-énergie	▪ Atteindre l'autonomie énergétique tout en conservant une trésorerie positive ▪ Maintenir le patrimoine naturel de la région ▪ Limiter l'impact des aménagements sur le paysage	20 crédits	▪ Négocier la mise en place des parcs éoliens ▪ Equiper les zones urbaines en chaufferies ▪ Accorder des subventions ▪ Assurer l'approvisionnement des chaufferies ▪ Etablir un contrat avec les forestiers ▪ Optimiser l'exploitation forestière sur le territoire
Exploitant éolien	Minimum 1 joueur	▪ Installer des parcs éoliens pour atteindre l'autonomie en électricité ▪ Effectuer les travaux en dépensant le moins possible ▪ Réaliser des bénéfices	33 crédits / tour + bénéfices	▪ Construire des éoliennes sur ce territoire ▪ Faire une campagne de sensibilisation auprès des habitants ▪ Mettre en place des mesures compensatoires
DREAL	Minimum 1 joueur	▪ Favoriser la production d'énergies renouvelables sur le territoire	/	▪ Dialoguer avec les différents acteurs

		▪ Conserver une biodiversité importante sur le territoire (jauge > 50%) ▪ Surveiller l'impact des infrastructures sur les populations d'oiseaux et de chiroptères ▪ Maintenir un bon état écologique des forêts		▪ Informer les acteurs impliqués dans la transition énergétique ▪ Inventorier une espèce rare
ONF	Minimum 1 joueur	▪ Conserver la biodiversité dans les forêts ▪ Etre rentable via la vente de plaquette	2 crédits	▪ Exploiter la forêt ▪ Vendre plaquettes à la communauté de communes ▪ Informer les forestiers privés ▪ Construire une plateforme de séchage
Forestier privé	Minimum 1 joueur	▪ Etre rentable via la vente de plaquette	2 crédits	▪ Exploiter la forêt ▪ Raser votre parcelle pour la louer ▪ Vendre plaquettes à la communauté de communes ▪ Construire une plateforme de séchage

Certains rôles ont des informations propres à propos des cases du plateau de jeu. La DREAL a à sa disposition la carte des couloirs de migration des oiseaux, l'opérateur éolien celle des gisements de vent et la CCT celle des besoins en énergie thermique de chaque commune du plateau. Ces cartes ne sont connues que d'eux, ce qui permet d'introduire une asymétrie d'informations dans le dispositif de jeu (Becu *et al.*, 2014).

5.3 Simulation de la production énergétique, des dynamiques écologiques et socio-économiques

Les choix opérés par les participants au cours d'une partie ont des répercussions à la fois sur la production énergétique, les dynamiques environnementales (régénération forestière, biodiversité) et socio-économiques (acceptabilité sociale, flux financiers). Ces éléments sont simulés dans un fichier informatique Excel, et les résultats sont affichés sous forme de trois jauges, visibles par les joueurs tout au long de la partie, figurant le pourcentage d'énergie renouvelable atteint, l'état de la biodiversité et l'acceptabilité sociale des projets.

5.3.1 Production énergétique

La production d'énergie renouvelable s'effectue dans le jeu soit par l'installation d'éoliennes, soit par la mise en place et l'alimentation de chaufferies bois collectives. L'autonomie énergétique est atteinte si la production atteint 162400 MWh / an, avec une répartition de 30% pour l'énergie électrique générée par l'éolien et 70% pour l'énergie thermique, le bois étant la ressource la plus abondante sur le territoire du Trièves.

Une jauge qui intègre les deux sources d'énergie, éoliennes et chaufferies bois, indique aux joueurs le pourcentage d'énergie renouvelable atteint à chaque tour de la partie. Deux autres jauges permettent de suivre spécifiquement la production d'électricité via les éoliennes, ainsi que l'énergie thermique fournit par les chaufferies sur le territoire.

Les joueurs ont le choix d'installer des parcs éoliens regroupant jusqu'à trois éoliennes sur une case du plateau de jeu. Chaque éolienne construite génère environ 7% des besoins en électricité par an (3500 MWh / an / éolienne), il est ainsi possible de parvenir à l'autonomie électrique avec 14 éoliennes. La jauge énergie thermique quant à elle, atteint 100% lorsque toutes les régions sont équipées en chaufferies et lorsque celles-ci sont durablement alimentées. Le combustible bois sous forme de plaquettes forestières a une capacité calorifique qui dépend de son taux d'humidité. En début de partie, les joueurs ne peuvent alimenter les chaufferies qu'avec des plaquettes humides. Ils ont la possibilité de financer une plateforme de séchage pour assécher les plaquettes forestières et obtenir ainsi un rendement calorifique supérieur.

5.3.2 Dynamiques environnementales

Trois types d'espaces sont représentés sur le plateau : les zones forestières, les zones agricoles et les zones montagneuses. Nous avons choisis de représenter les dynamiques environnementales des milieux forestiers plus particulièrement, en modélisant d'une part la régénération forestière et la diversité des essences, et d'autre part les populations d'oiseaux et de chiroptères inféodées à ces milieux.

5.3.2.1 Régénération forestière

Deux groupes d'essences forestières sont représentés dans le jeu sous forme de pions de couleurs différentes. Un groupe d'essences autochtones propices à la préservation de la biodiversité et une essence invasive qui a la particularité de se régénérer deux fois plus rapidement que les espèces autochtones et qui est moins favorable au maintien de la biodiversité.

Les pions représentent également chacun un stock de bois exploitable sous forme de plaquettes forestières qui seront utilisées pour alimenter les chaufferies au niveau des zones urbanisées, un pion équivalant à 1000 tonnes de plaquettes. Ce stock, s'il est exploité durablement, se renouvelle à chaque tour. Une exploitation durable correspond au prélèvement de 3 pions par parcelle et par tour au maximum. Au-delà, la régénération est plus lente et il faut attendre deux tours de jeu pour une régénération complète de la forêt.

5.3.2.2 Populations d'oiseaux et de chiroptères

L'installation de parcs éoliens sur le territoire va impacter les populations d'oiseaux, soit directement par collision, soit indirectement par le dérangement généré par la présence des éoliennes. Dans tous les cas, les perturbations sont d'autant plus fortes que les éoliennes sont construites dans les couloirs de migration des volatiles.
Les chiroptères quant à eux sont fortement dépendants du bois morts pour leur alimentation. Ils nichent dans les parcelles forestières non exploitées et sont impactés à partir du moment où leur habitat subit une coupe rase ou lorsque les espèces invasives deviennent majoritaires par rapport aux essences autochtones, suite à l'exploitation des parcelles forestières.
Des mesures compensatoires permettent de restaurer les fonctionnalités des habitats naturels détruits et le rétablissement d'une partie des populations d'oiseaux et de chiroptères. La jauge biodiversité permet de mesurer les impacts positifs et négatifs des actions des participants sur le territoire.

5.3.3 Acceptabilité sociale

Afin d'amorcer la discussion entre les participants autour de la question de l'acceptabilité sociale des projets d'infrastructures énergétiques, plusieurs critères impactant l'accueil des projets sont pris en compte (Bafoil *et al.,* 2016). Ils sont de nature différente selon le type d'énergie renouvelable développée.

Pour l'éolien :

- La proximité des parcs par rapport aux zones urbaines
- Le changement de paysage induit par les parcs
- La consultation de la population en amont du projet
- La non-prise en compte de l'avis de la population

Pour le bois-énergie :

- La méfiance des populations par rapport aux infrastructures (chaufferies, plateforme de séchage) et aux nuisances liées à leur approvisionnement
- L'intensité d'exploitation de la forêt

Ces critères ont un impact plus ou moins important sur la jauge Acceptabilité sociale. Le maître de jeu qui incarne le rôle de l'opinion publique lors de la partie, peut choisir de divulguer ou non ces critères aux joueurs.

De même, l'opinion publique intervient lors de la construction d'éoliennes. Il va alors donner un avis favorable ou défavorable sur le chantier en fonction des actions préalables des joueurs, et peut même bloquer le projet. Lors de ces interventions, le maître de jeu prend soin de bien expliquer les raisons de ses choix à l'ensemble des joueurs. L'objectif visé est d'amorcer la discussion avec les joueurs sur la prise en compte de l'opinion publique et les moyens développés pour l'intégration des riverains aux projets éoliens.

5.3.4 Echanges économiques

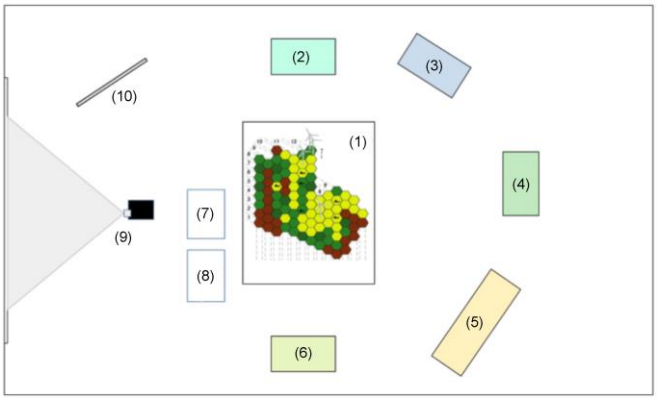
Les contraintes économiques des acteurs sont retranscrites dans le jeu dans le but de conserver une rationalité d'action de la part des participants. Afin de ne pas focaliser l'attention des joueurs sur leurs gains, le jeu n'autorise pas la négociation des prix et fonctionne avec une unité monétaire fictive appelée « crédit »[2].

Toutefois, les ordres de grandeur des coûts réels sont respectés dans le jeu. Ainsi l'installation d'une éolienne revient à 10 crédits alors que la construction des chaufferies varie de 5 à 9 crédits en fonction de leur puissance. Les échanges économiques sont matérialisés dans l jeu par des billets factices, qui s'échangent de main à la main.

5.4 Déroulement d'un tour de jeu

Le jeu TEPOS est prévu pour un minimum de 7 joueurs qui se répartissent entre les différents rôles (3 personnes minimum pour la communauté de communes puis un joueur pour chacun des rôles restants). Deux animateurs sont requis pour prendre en charge la mise à jour du plateau, la gestion des revenus entre les acteurs, le rôle non joué « opinion publique », ainsi que la mise à jour de l'interface informatique à l'issue de chaque tour.

L'espace de jeu est organisé en 5 îlots placés autour du plateau de jeu (fig. 2). Les participants sont autorisés à se déplacer et à discuter entre eux. Ainsi la disposition prévue permet de faciliter les déplacements et favorise les échanges.



- îlot central avec le plateau de jeu (1)
- 5 îlots pour les joueurs, à raison d'un îlot par rôle, éloignés les uns des autres, mais autour du plateau (2, 3, 4, 5, 6)
- espace pour l'ordinateur et l'animateur responsable du fichier de gestion, proche du plateau (7)
- espace pour tenir à disposition de l'animateur les éléments de modification du plateau (8)
- espace de projection visible par tous les joueurs (9)
- tableau pour rappeler les objectifs et écrire les éléments de débriefing (10)

Figure 2. Organisation spatiale de la salle de jeu

Chaque tour de jeu débute par une phase de discussion et de négociations entre les joueurs (fig. 3). Lors de la deuxième phase, les joueurs regagnent leur table afin de récapituler les décisions à prendre et ajuster leur stratégie. Puis, les joueurs vont réaliser leurs actions sur le plateau de jeu, sous la vigilance d'un animateur qui vérifie que les règles de placement sont bien respectées. L'animateur prélève également les dépenses de chacun des joueurs. Si un parc éolien est mis en place, l'opinion publique est consultée par l'intermédiaire du maitre de jeu. A la fin d'un tour, les actions des joueurs sont entrées dans l'interface Excel par l'un des animateurs. Le plateau est ensuite mis à jour par le second animateur (régénération forestière en essences et en volume). Les résultats des trois jauges sont alors projetés sur

[2] Un crédit correspond à environ 200.000 euros

un écran, afin de montrer aux joueurs les conséquences de leurs actions sur la part d'énergies renouvelables, la biodiversité et l'acceptabilité sociale.

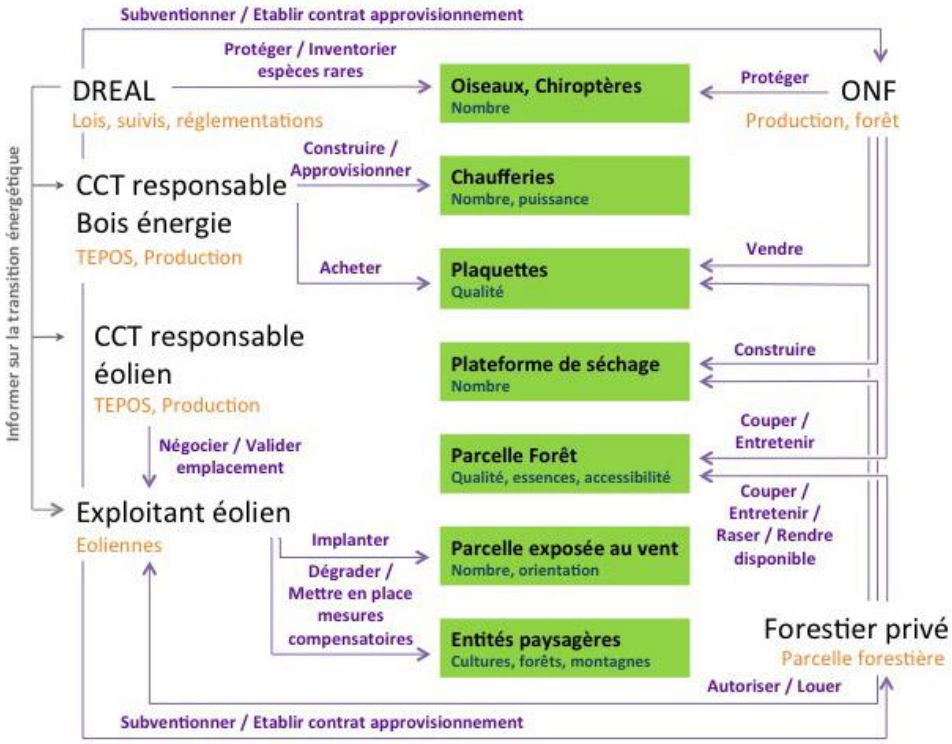


Figure 3. Diagramme des interactions entre acteurs et ressources du territoire

6 Conclusion

Le jeu TEPOS a été joué à deux reprises auprès d'un public étudiant et une fois auprès d'un public de professionnels de l'aménagement et de scientifiques. Ces premières parties ont permis d'évaluer le potentiel pédagogique du jeu. Ainsi, le jeu TEPOS apparait comme particulièrement efficace pour faire réfléchir les participants et mettre en discussion les points suivants :

- Quel mix énergétique réaliser – en fonction des sources d'énergies renouvelables disponibles, des habitants et des milieux naturels environnants – pour atteindre 100% d'autonomie ?
- Quelle planification à moyen-long terme des aménagements est nécessaire pour atteindre 100% d'autonomie ?
- Comment collaborer et partager l'information avec tous les acteurs pour mener à bien un processus de transition énergétique ?
- Comment un acteur politique transversal doit-il coordonner les actions d'un projet d'autonomisation ?
- Quels sont les facteurs à prendre en compte en amont d'un projet d'autonomisation afin de minimiser l'impact sur les milieux et les espèces et de les compenser au mieux ?
- Comment prendre en compte l'acceptabilité sociale des projets pour éviter les conflits importants ?
- Que faut-il mettre en place pour développer une filière bois-énergie qui soit économiquement profitable pour les forestiers ?
- Quel niveau d'exploitation forestière et quelle répartition de l'effort de coupe pour éviter le morcellement du foncier et l'érosion de la biodiversité ?

Remerciements

Les auteurs remercient et félicitent l'ensemble de la promotion 2015-2016 du master 2 Bioterre pour leur motivation, leur enthousiasme et leur excellent travail.

Bibliographie

Bafoil, F., Dicko, M., Guyet, R., & Lamari, F., 2016. Réflexion sur un référentiel commun entre sciences sociales et sciences de l'ingénieur en matière d'acceptation sociale des ouvrages éoliens. Dans *L'énergie éolienne en Europe,* Presses de Sciences Po (PFNSP), 253–283.

Becu, N., Frascaria-Lacoste, N., Latune, J., 2014. Distributed Asymmetric Simulation - Enhancing Participatory Simulation Using the Concept of Habitus. *In W. C. Kriz, T. Eiselen, & W. Manahl (Eds.)*, ISAGA 2014 : The shift from teaching to learning : Individual, Collective and Organizational Learning through Gaming Simulation. Dornbirn, Austria : Bertelsmann, 75-85.

Birch, CPD., Oom, SP., Beecham, JA., 2007. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology, *Eco. Mod*., 206, 347-359.

Commission de Régulation de l'Energie, 2015. *Rapport sur les tarifs réglementés de vente d'électricité*, 51 p.

International Energy Agency, 2012. *World Energy Outlook*, 668 p.

International Energy Agency, 2015. *World Energy Outlook*, 685 p.

Parlement européen, 2012. *Directorate general for internal policies. Policy department. A: Economic and scientific policy industry, research and energy / European Renewable Energy Network*, 205p.

Trièves communauté de communes, 2015. http://www.cc-trieves.fr/services-aux-habitants/tepos-cv/programme-tepos-cv