

Intégration de la mobilité publique locale à la réalisation du Centre de Développement Durable des Alpes (CDDA)

Annexe 3 : Outils

Prof. Pierre Roduit, HES-SO Valais/Wallis
1950 Sion pierre.roduit@hevs.ch www.hevs.ch

Victoria Leaney-Brinkler, Centre de Développement Durable des Alpes/Esprit Energie Sarl
Claya de Tomme 5, 1966 Ayent, info@energie-renouvelable.ch, www.energie-renouvelable.ch

Lucas Rossini
Transportplan, 1950 Sion lucas.rossini@transportplan.ch www.transportplan.ch

Mentions légales

Éditeur:
Office fédéral des transports OFT
Programme : Stratégie Énergétique 2050 dans les transports publics (SETP 2050)
CH-3003 Berne

Conduite du programme
Tristan Chevroulet, OFT

Numéro de projet: OFT 174
Source
Accessible gratuitement par Internet
www.bav.admin.ch/energie2050

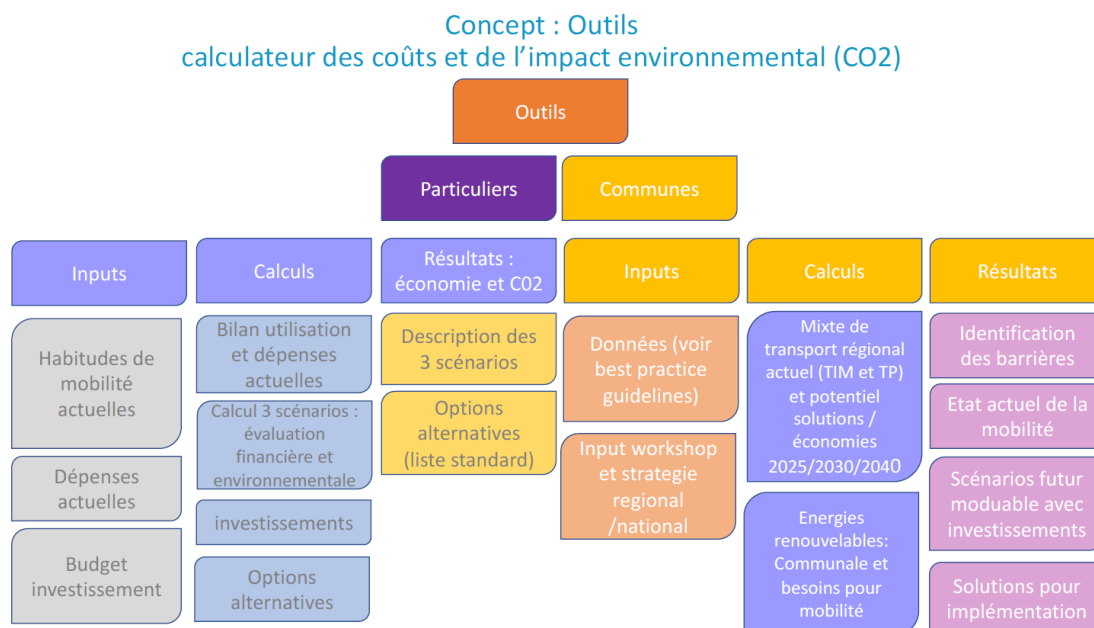
Seul l'auteur (e) ou les auteurs (es) sont responsables du contenu et des conclusions de ce rapport.

Berne, le [jj.mm.aaaa]

Contenu

1.	Développement des outils overview	3
2.	Particuliers.....	4
2.1	Collecte des données et inputs	4
2.2	Calculs.....	4
2.3	Resultats des outils	5
2.4	Développements possibles	6
3.	Communes	7
3.1	Collecte des données et inputs	7
3.2	Calculs.....	7
3.3	Resultats des outils	7
3.4	Développements possibles	8
4.	Discussion	9
5.	Conclusions et recommandations	10
5.2	Suite et propositions de prochaines étapes	10
	Références	12

1. Développent des outils overview



Dans les régions alpines, les villages du coteau et de montagne sont souvent insuffisamment desservis par les transports publics, ce qui rend ce mode de transports peu attractif et induit un faible nombre d'utilisateurs. Cette situation engendre un cercle vicieux, car une cadence trop faible est bien souvent la raison d'une sous-utilisation des transports publics et une sous-utilisation ne permet pas un accroissement des cadences.

En outre, l'offre de mobilité et surtout la desserte en transports publics deviennent des critères de plus en plus importants dans le choix de la commune / du lieu d'habitation. Cette situation peut péjorer l'attractivité des villages du coteau et de montagne, car la population n'a souvent que la voiture individuelle conventionnelle comme solution de déplacement, faute d'autres possibilités pratiques (p. ex : pour se rendre au travail ou faire des loisirs).

De plus, l'offre en transports publics en région de montagne et dans les stations repose essentiellement sur des véhicules thermiques à énergies fossiles.

Or, la région des Alpes est parmi les plus affectées par le changement climatique. Bien que cette région présente l'avantage d'avoir un fort potentiel pour les énergies renouvelables, celles-ci ne sont pas suffisamment exploitées pour le moment.

Ainsi, en prenant en compte et en combinant les besoins existants de la population locale (être mieux desservi par les transports publics), des stations touristiques (développer, valoriser une offre de mobilité pour les hôtes et les visiteurs) avec les possibilités existantes et nouvelles de production d'énergie renouvelable (installation hydro-électrique conventionnelle et petite, chauffage au bois, énergie solaire et photovoltaïque, éolien, biogaz, etc.) et des solutions techniques de mobilités (mobilité électrique ou à assistance électrique) et de stockage de l'énergie, une solution intégrée durable et répliquable pourra être proposée.

L'idée des outils développés est d'offrir une possibilité à des citoyens d'une commune de montagne d'identifier rapidement la consommation énergétique de sa commune pour la mobilité, ainsi que l'impact CO₂ résultant. Une deuxième partie de l'outil permet aussi aux individus de calculer leur propre impact et de simuler des changements de comportements, pour identifier la réduction de la consommation énergétique induite, ainsi que la décarbonation résultante.

Ces outils ont été développés pour les communes de l'Adret, mais pourraient être étendus à une plus large échelle, pour aider à décarboner la mobilité dans les zones alpines.

2. Particuliers

Dans ce chapitre, l'outil de simulation d'impact de la mobilité pour les particuliers est décrit.

2.1 COLLECTE DES DONNÉES ET INPUTS

L'objectif du premier outil est de permettre aux individus de communes de montagne de pouvoir estimer le coût de leur mobilité et l'influence de celle-ci sur leurs émissions de CO₂. La majorité des chiffres de l'impact CO₂ et des coûts de cette mobilité viennent du rapport de la phase 2. Les citoyens percevant surtout pour leur véhicule la consommation réelle du véhicule (l/100km ou kWh/100km), il a été décidé de calculer les émissions en convertissant ces consommations en émissions en utilisant les émissions du mix électrique Suisse estimé à 108 grCO₂/kWh si on tient compte des importations [1]. La conversion de l'essence et du diesel se fait par des conversions standard d'environ 2.3 kgCO₂/l pour l'essence et 2.6kgCO₂/l pour le diesel [2]. Pour faciliter cette conversion, une valeur de 2.4 kgCO₂/l est utilisée pour tous les véhicules. Plusieurs types standards de véhicules ont été utilisés avec les valeurs définies dans la table suivante. Les valeurs de prix d'assurance annuel sont tirées de Comparis. Le prix des carburants (essence/diesel) est pris à 2.24 CHF/l (14.09.2022). Le prix de l'électricité correspond aux prix individuel d'Oiken en 2023 (0.3 CHF/kWh).

Tableau 1 Valeurs utilisées comme exemples pour la mobilité individuelle

	Voiture thermique				Voiture électrique			eBike
	Petite	Moyenne	Grande	Occasion	Petite	Moyenne	Grande	
Coût achat	26990	48500	79900	0	26490	32990	71990	3600
Durée d'amortissement	10	10	10	NaN	10	10	10	5
Amortissement	2699	4850	7990	0	2649	3299	7199	720
Amortissement et entretien	3239	5820	9588	2000	3179	3959	8639	792
Assurance annuel	1000	1400	2000	700	1000	1500	2000	100
Conso l/100km ou kWh/100km	6.6	7.5	10.8	11.0	13.0	14.3	19.0	1.1
Prix au litre ou kWh	2.2	2.2	2.2	2.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Coût au 100 km	14.8	16.8	24.1	24.6	3.9	4.3	5.7	0.3
gCO ₂ /l ou gCO ₂ /kWh	2400	2400	2400	2400	108	108	108	108
Émissions gCO ₂ /km	158.4	180.0	258.7	264.0	14.0	15.4	20.5	1.2
kgCO ₂ pour 12000km	1900.8	2160.0	3104.6	3168.0	168.5	185.3	246.2	14.3

Les références aux transports publics sont tirés du rapport phase 2 [3], avec un impact CO₂ de 25 gCO₂/km. Les calculs se basent sur 52 semaines par année. La valeur de base pour le nombre de km par jour est de 33 km. Maintenant, dans l'interface en ligne à disposition pour les utilisateurs, ces valeurs peuvent être facilement modifiées et adaptées à l'utilisation réelle des individus.

2.2 CALCULS

Les calculs effectués pour évaluer les coûts et les impacts CO₂ des différents utilisateurs sont directement basés sur les données précédemment décrites, avec de simples multiplications réalisées pour l'utilisateur. Il peut entrer les valeurs correspondantes à sa situation (différentes personnes du ménage, type de locomotions, km parcourus par jours, information sur le télétravail, etc.).

2.3 RESULTATS DES OUTILS

Un outil dynamique sur une page web a été réalisé. Il permet d'avoir une facilité d'accès et de simulation pour les citoyens. Il est directement accessible sous <https://vlhmobetic.hevs.ch/cdda/Adret/citizens>.

La multiplicité des options n'est pas décrite ici, mais peut directement être testée en ligne.

La simulation produit aussi quatre variantes supplémentaires qui permettent à l'utilisateur de tester comment une variation de ses modes de déplacement auraient un impact sur les coûts et son impact CO₂. Les quatre variantes produites par défaut s'inspirent du rapport phase 2 au chapitre 6 [3] et sont les suivantes :

1. Ajout d'un jour de télétravail et d'un jour de transport public pour un adulte
2. Reprise de la variante 1 et changement d'un véhicule par une voiture électrique moyenne
3. Reprise de la variante 2 avec en plus le remplacement d'un véhicule par un abonnement au transports publics des adrets et par un eBike.
4. L'utilisation d'uniquement des abonnements généraux avec une circulation en transports publics

Les figures ci-dessous présente les interfaces d'utilisation de l'interface web pour un exemple particulier.

La Figure 1 permet à l'utilisateur d'entrer les données relatives à ses déplacements (professionnels) et à ceux des autres personnes du ménage. En cliquant sur *Simuler*, la simulation est calculée et affichée.

Centre de Développement Durable des Alpes (CDDA) XA

< Simulation de consommation citoyen

Etat Actuel

Données personnelles		Trajets en voiture	
Nom Doe	Age 40 ans	Type de voiture * Grande voiture therm...	
Taux d'activité * 100 %	Jour(s) de télétravail par semaine... 0 jour(s)/semaine	Distance quotidienne parcourue 33 km	Fréquence hebdomadaire 5
	Jour(s) de télétravail par semaine	Prix d'achat 79900 CHF	Durée d'amortissement 10 ans
Distance quotidienne parcourue * 40		Amortissement et entretien 9588 CHF/an	Coût d'assurance 2000 CHF/an
Distance quotidienne parcourue		Consommation moyenne aux 1... 10.78 l/100km	Emission de CO2 moyenne aux ... 25.87
<input checked="" type="checkbox"/> Voiture privée		Consommation moyenne aux 100km	Emission de CO2 moyenne aux 100km
<input type="checkbox"/> Transports publics			
<input type="checkbox"/> Vélo			

Figure 1 - Formulaire d'entrée des données nécessaires à la simulation. L'utilisateur peut spécifier ses modes de transport ou ceux de plusieurs personnes dans le cas d'un ménage.

La Figure 2 présente le résultat de la simulation réalisée à partir des données de la Figure 1. L'utilisateur peut facilement choisir les graphiques à afficher entre les coûts et l'impact environnemental. De même, il peut accéder aux détails des 4 différentes variantes d'amélioration simulée.

Simulation

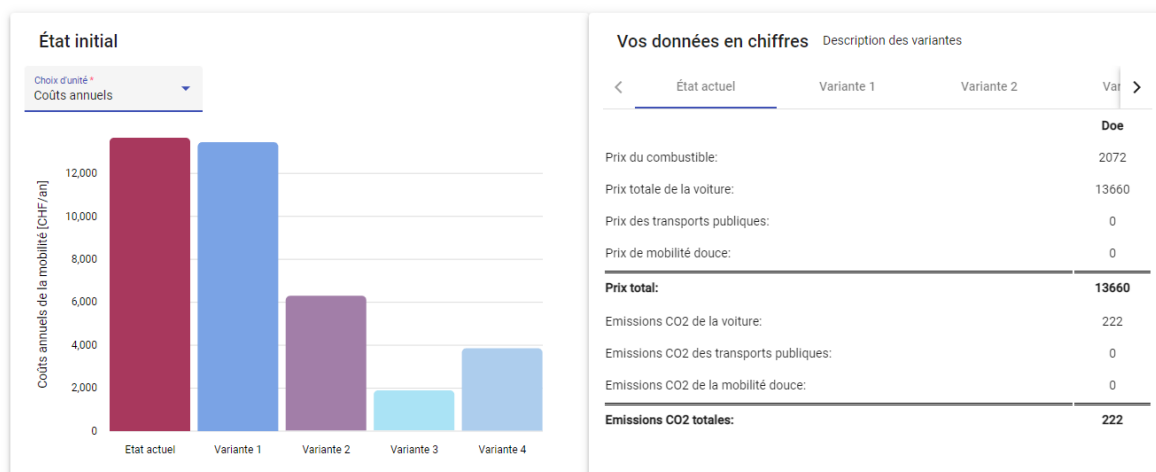


Figure 2 - Résultats de la simulation individuelle réalisée. L'utilisateur peut décider d'afficher les coûts ou l'impact CO₂. Il peut aussi visionner les détails des quatre différentes variantes.

2.4 DÉVELOPPEMENTS POSSIBLES

Cette interface n'est pensée que pour la mobilité liée au travail ou aux déplacements scolaires. La décision a été prise de se focaliser sur les déplacements réguliers, même si les déplacements liés aux loisirs peuvent avoir un impact conséquent sur les émissions de CO₂, surtout si des vols en avions ont été réalisés. Le focus sur l'Adret et le fait que la mobilité professionnelle est la plus impactante sur les moyens utilisés par les citoyens a justifié cette décision. Un changement du mode de transport pour le travail a souvent un impact immédiat sur la manière dont les autres déplacements sont réalisés.

Même si l'interface citoyen est complète et permet à des individus de facilement calculer leur impact, si cette interface devait être déployée à une plus large échelle (e.g. le canton du Valais ou la Suisse), des options supplémentaires de réglage seraient utiles, par exemple la valeur quotidienne de kilomètres parcourus par défaut. De même, si un tel outil devait être fourni sur la durée, il serait crucial de modifier régulièrement les valeurs de coûts, de prix, d'impact, etc. A moyen terme, l'inflation ou le coût des énergies auraient un impact non nul et devraient être adaptés régulièrement.

Les moyens alloués à ce projet ont permis comme prévu de définir une interface pour les citoyens de l'Adret, mais devraient être complétés si un intérêt serait trouvé de fournir ces outils à une population plus élargie.

3. Communes

Ce chapitre présente les outils développés pour la visualisation des impacts d'une commune.

3.1 COLLECTE DES DONNÉES ET INPUTS

A la différence du calcul réalisé pour les individus, la partie de simulation pour les communes est directement tirées du rapport intermédiaire 2b de la phase 2 [3]. Les cas analysés sont définis dans le chapitre 5, avec données utilisées pour les calculs définis dans les chapitres 3 et 4.

3.2 CALCULS

Le détail des calculs des différents cas types a été décrit dans le chapitre 5 du rapport. Trois variantes ont été définies pour la région de l'Adret :

- Stratégie à court-terme (d'ici 2025)
- Stratégie à moyen-terme (d'ici 2030)
- Stratégie à long-terme (d'ici 2040)

Ces trois stratégies proposent des modifications des modes de transports (accroissement des transports publics et du vélo), augmentation du télétravail, réduction des véhicules individuels et électrification de la mobilité (voitures et transports publiques). Ces stratégies sont ambitieuses et amènent à des résultats concrets et importants sur la réduction de la consommation énergétique et des émissions de CO₂. Même si la décision des constructeurs automobiles européens et de l'union européenne rend la quasi-totale électrification de la mobilité très crédible pour des années 2040-2045, les autres points sur la modification des modes de transport et le télétravail demandent encore des actions importantes pour en faire des réalités. Dans ce cadre les communes doivent prendre conscience de l'importance de ces changements et du rôle qu'elles peuvent prendre pour aider cette transition.

3.3 RESULTATS DES OUTILS

Pour faciliter cette transmission de l'information, une visualisation de ces stratégies a été implémentée pour l'Adret. La visualisation est disponible en ligne sous <https://vlhmobetic.hevs.ch/cdda/Adret>.

La Figure 4 présente une partie de la visualisation, avec sur la gauche la situation initiale et sur la droite les différents scénarios et leur influence. Des pop-ups permettent d'avoir plus d'information sur les scénarios et l'interface permet de choisir les différentes options et scénarios.

Les chiffres présentés sont cependant fixes, basés sur les calculs réalisés pour l'Adret (e.g. Figure 3).

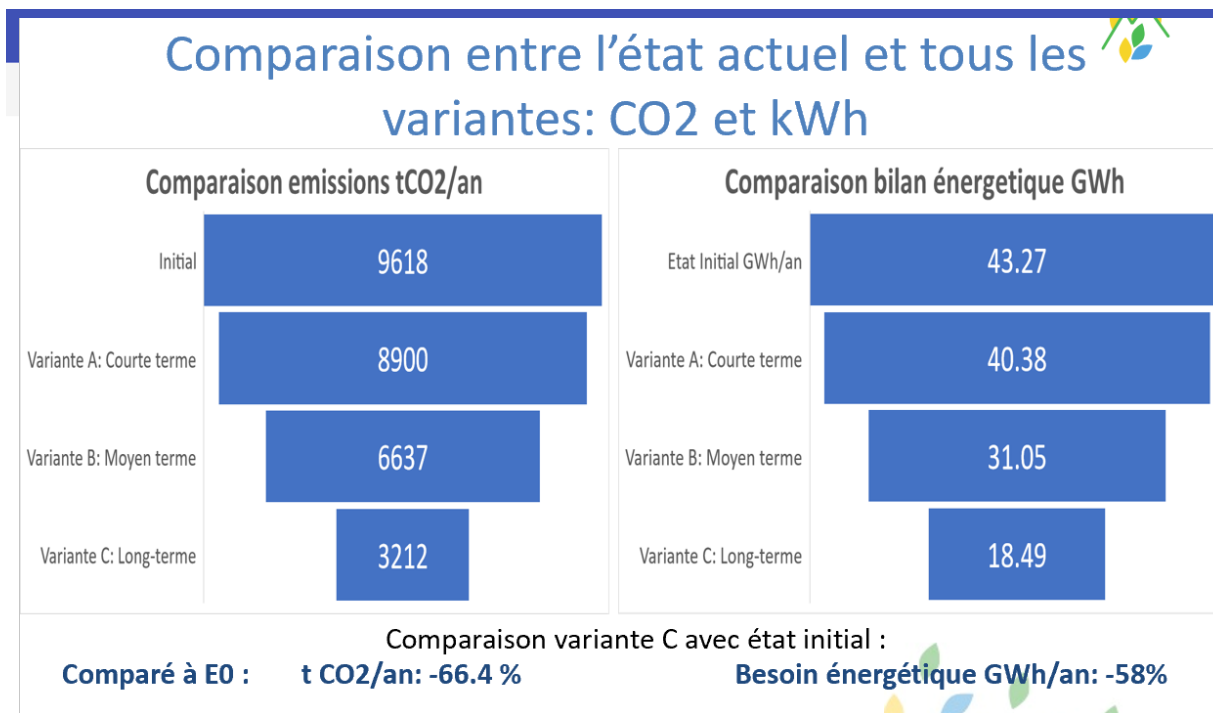


Figure 3 - Figure tirée du rapport phase 2, présentant les trois variantes (scénarios). Les valeurs du rapport sont mises en forme dans l'interface présenté dans la Figure 4.

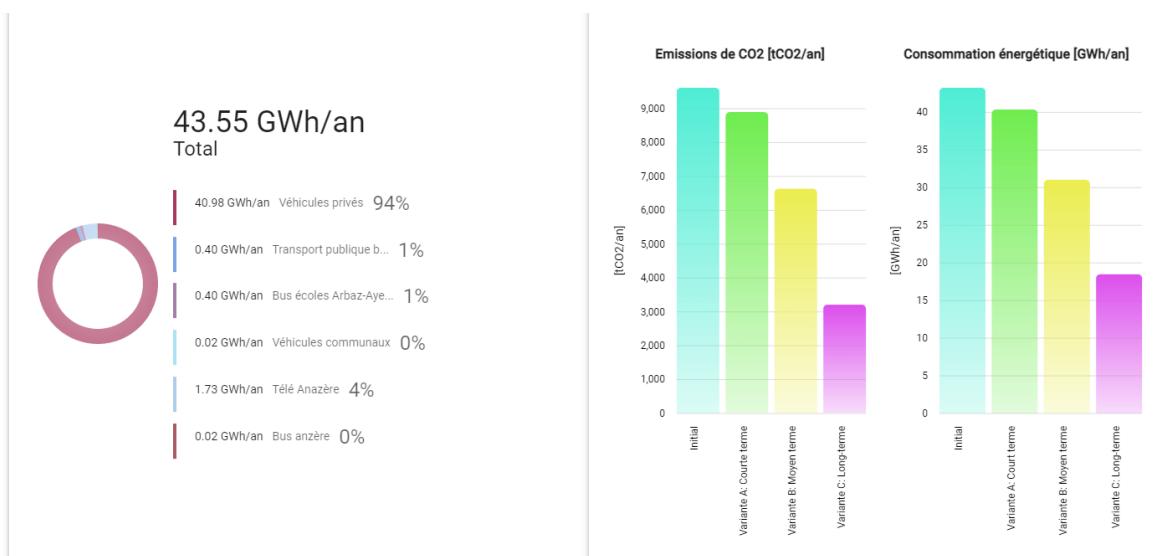


Figure 4 - Interface de visualisation des consommations énergétiques liées à la mobilité et des émissions de CO2 relatives, ainsi que des stratégies possibles pour réduire ces impacts avec la visualisation de cette diminution.

3.4 DÉVELOPPEMENTS POSSIBLES

L'outil web développé est une solution bien adaptée pour être présentée et transmise aux citoyens. Il permet de facilement visualiser les différents scénarios et leur impact. Cependant, cette visualisation n'est pas automatique pour n'importe quelle commune. Il serait bien sûr possible d'automatiser les calculs réalisés sur une feuille de calcul Excel pour l'Adret pour généraliser cet outil à n'importe quelle commune de montagne. Cependant, les moyens disponibles pour ce projet ne le permettaient pas et il semblait plus important d'avoir une visualisation soignée et agréable pour mieux aborder les citoyens.

Une extension du projet est cependant tout à fait réalisable pour ajouter une interface où une commune pourrait entrer les différentes données nécessaires à la génération des scénarios, comme la partie réalisée pour le calcul individuel du citoyen. Cela permettrait à une autorité d'entrer les valeurs de population, de mobilité, les informations sur les transports publics, etc., tels que définis dans le rapport phase 2, et générer ensuite dynamiquement des graphiques similaires pour sa propre commune.

4. Discussion

Les outils développés offrent une interface simple d'accès pour les utilisateurs, leur permettant de facilement simuler des changements de comportements liés à leurs déplacements et de visualiser facilement leurs effets. La planification originelle avait prévu de réaliser des outils sous Excel, mais la solution web permet de faciliter la prise en main de l'utilisateur non aguerri et surtout de limiter les actions de l'utilisateur aux seules options (simulations) qu'il peut choisir, pour éviter qu'il ne se perde dans un fichier Excel.

Ces outils se focalisent cependant uniquement sur la consommation énergétique et l'impact CO₂ de la mobilité, et ne font ainsi pas le lien direct avec les possibilités de produire localement de l'énergie renouvelable. Il est clair qu'une vision durable n'implique pas simplement une modification des moyens de transport, mais aussi une modification importante de la manière dont l'énergie nécessaire à la mobilité est produite. A ce propos, les communes de montagne ont une capacité très importante de produire leur propre énergie renouvelable, étant donné qu'elles ont à disposition des pentes, de l'eau, du vent, du soleil et surtout des espaces pour déployer des nouvelles installations de production.

Un autre effet qui n'est pas pris en compte dans le cadre de ce projet et des outils développés est la réduction importante possible du CO₂ émis pour produire un kWh. Le mix actuel en Suisse est très peu carboné (40 gCO₂/kWh), mais le fait que de l'électricité produite au gaz et surtout au charbon doit encore être importée fait exploser à plus du double (108 gCO₂/kWh) le CO₂ émis en moyenne par kWh. Il est donc nécessaire de continuer à développer les énergies renouvelables, permettant ainsi de facilement diminuer de plus de 50% le CO₂ émis pour la production d'un kWh et ainsi réduire encore plus l'impact carbone de la mobilité des communes de montagne. La durabilité de ces communes doit être envisagée à une échelle bien plus large que juste la mobilité.

5. Conclusions et recommandations

Cette annexe présente les outils développés dans le cadre du projet du centre du développement durable des Alpes. Les outils se composent d'une interface présentant les bilans à l'échelle du territoire de l'Adret avec les stratégies qui permettraient de fortement réduire le bilan carbone et la consommation d'énergie. Un autre outil développé est un simulateur qui permet au citoyen d'évaluer à quel point des changements de ses moyens de transport influenceraient son impact environnemental et les coûts de sa mobilité. Il reste cependant à transmettre ces outils aux citoyens des communes de l'Adret pour soutenir la transition de la mobilité de cette région en une version moins carbonée et moins énergivore.

5.2 SUITE ET PROPOSITIONS DE PROCHAINES ÉTAPES

Les outils seront présentés aux communes en date du 16 décembre 2022. Celles-ci pourront mieux appréhender les différentes variantes et les transmettre à leurs citoyens pour tenter d'influencer leur comportement, leur permettant ainsi d'évaluer leur propre impact. Les effets de ces outils ne pourront malheureusement pas être mesurés dans le cadre de ce projet, celui-ci se terminant en fin d'année 2022.

La portée des outils et du projet est cependant limitée s'ils ne sont transmis qu'aux citoyens de l'Adret. Une suite opportune serait d'étendre les outils à d'autres communes, au canton, voire à la Suisse. Même s'il est possible de modifier ces outils pour une nouvelle commune uniquement, il ferait beaucoup plus de sens de les déployer à grande échelle, comme les outils informatiques permettent de le faire.

Le faire aurait cependant des coûts supplémentaires. Voici une liste des étapes nécessaires, ainsi qu'une estimation financière grossière pour étendre ces outils à une nouvelle commune.

1. La première étape serait d'entamer les discussions et de fournir une information aux autorités communales ou à leur équipe technique (environ 500.-/commune).
2. La partie suivante serait d'extraire les données relatives à la commune (estimé à moins de 5000.-). Il est clair que le coût de cette phase pourrait être réduit si toutes les communes d'une région sont évaluées, en faisant une collecte des données groupée. Réaliser une telle collecte de données à l'échelle d'un canton ou de la Suisse impliquerait des coûts très inférieurs à 5000.- par commune.
3. Ensuite, il faudrait adapter les pages web pour les différentes communes. Dans leurs formes actuelles, ajouter des pages pour une nouvelle commune serait très vite réalisé (1500.- par commune), mais ces aspects ne tiennent pas compte de la mise à jour régulière des valeurs et la maintenance des serveurs. De nouveau, pour ces aspects, les coûts par commune se réduiraient très rapidement si ces outils étaient distribués plus largement. La scalabilité de la solution est forte, même si elle demanderait une modification des infrastructures et probablement de la structure des pages web. Il faudrait, à partir d'un nombre important de communes, beaucoup plus d'automatisation pour faciliter l'ajout d'une nouvelle commune et la tenue à jour des outils.
4. Pour finir, ces outils ne servent à rien s'ils ne sont pas fortement promus. Le coût d'une telle campagne d'information est difficile à évaluer, mais devraient permettre de toucher le plus grand monde et d'avoir ainsi le plus grand impact.

Tableau 2 - Estimation des coûts de modification des outils pour un déploiement à plus grande échelle.

	Coûts pour une commune	Coût pour un déploiement à grande échelle (canton ou Suisse)
Information aux autorités communales	500.-	Peut être porté à l'échelle cantonale ou nationale directement. Informer un service ou une commune a un coût similaire.
Collecte des données	5000.-	Coût fortement réduit si on travaille au niveau d'un région, 100.- à 500.- par commune
Adaptation du site web	1500.-	Coût fixe, 50'000-100'000.-
Support client et mise à jour des outils	5000.-/an	1-2 EPT et infrastructure 200'000.-/an
Développement d'une application smartphone	50'000-100'000.-	
Promotion aux citoyens	Dépend de l'impact désiré et du nombre de citoyens à toucher Part importante du budget	

Le Tableau 2 présente une synthèse de ces coûts. Même si ces chiffres sont une approximation grossière, ils permettent de faire ressortir les principaux facteurs de coût d'un déploiement de tels outils à large échelle : la communication et le support aux utilisateurs. A notre avis, ces démarches devraient être portées directement par des services de la mobilité ou directement par l'OFT (2^{ème} colonne), permettant une grande synergie entre les travaux similaires et nécessaires pour chaque commune, réduisant ainsi fortement le coût par commune. Un prochain projet permettrait de définir plus précisément ces coûts. Une plus grande automatisation des outils est cependant nécessaire et serait une suite logique de nos travaux.

Références

- [1] Le vent et le soleil contre l'électricité importée riche en émissions de CO2, <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-87143.html>, 5 novembre 2022.
- [2] Comment calculer les émissions de CO2 en fonction de la quantité de carburant consommé ?, <https://ecoscore.be/fr/info/ecoscore/co2?path=info%2Fecoscore%2Fco2>, 5 novembre 2022.
- [3] Leayner-Brinkler Victoria et al. : *Intégration de la mobilité publique locale à réalisation du Centre de Développement Durable des Alpes (CDDA)*, Rapport intermédiaire 2b : Phase 2 : Bilan énergétique détaillé, OFT, 22 février 2022.