Sciences
Technologies
Santé

2D

Travaux dirigés

Tourisme Alpin :

les stations de ski confrontées aux effets du changement climatique

---

Corrigé

Auteur :

TRANSITION ÉCO STAPS

Réalisation :

fondation UVED

Contexte d'apprentissage

Ce TD s'inscrit à la suite d'un enseignement théorique (cours magistral ou enseignement dirigé) consacré au tourisme sportif, notamment en milieu alpin.

Licence : Management du Sport - STAPS

Mots-clés : Ski ; Neige ; Réchauffement climatique ; Adaptation.

Auteur : Louis Hognon, PhD, Ingénieur de recherche, EHESP

Prérequis nécessaires

- Comprendre ce qu'est une empreinte carbone et ses principes de calcul ;
- Connaître les enjeux du changement climatique et leurs impacts sur les pratiques physiques et sportives ;
- Mobiliser des capacités de réflexion critique sur les questions environnementales, sociales et économiques.

Objectifs disciplinaires

À l'issue de ce TD, les étudiantes et étudiants devront être en mesure de :

- Se former comme futures / futurs gestionnaires de tourisme sportif capables d'intégrer les dimensions écologiques, sociales et économiques dans leurs décisions ;
- Identifier les solutions d'atténuation et d'adaptation des pratiques au regard des défis sociaux et environnementaux ;
- Comprendre les arbitrages entre performance sportive, attractivité territoriale, contraintes budgétaires et soutenabilité.

Objectifs extra-disciplinaires

- Développer la citoyenneté environnementale des étudiantes et étudiants ;
- Renforcer leur capacité à argumenter, débattre et justifier des choix dans un contexte de controverses socio-environnementales ;
- Favoriser une prise de recul éthique face aux modèles dominants du tout ski.

Activités du TD

Question 1

À partir de l'article issu du média The Conversation, quels sont les principaux risques qui pèsent sur l'enneigement des stations de ski à court, moyen et long terme en fonction de l'évolution du réchauffement climatique ?

Consulter l'article : Pourra-t-on encore skier en Europe dans un monde à +2 °C ? 18 décembre 2023, The Conversation.

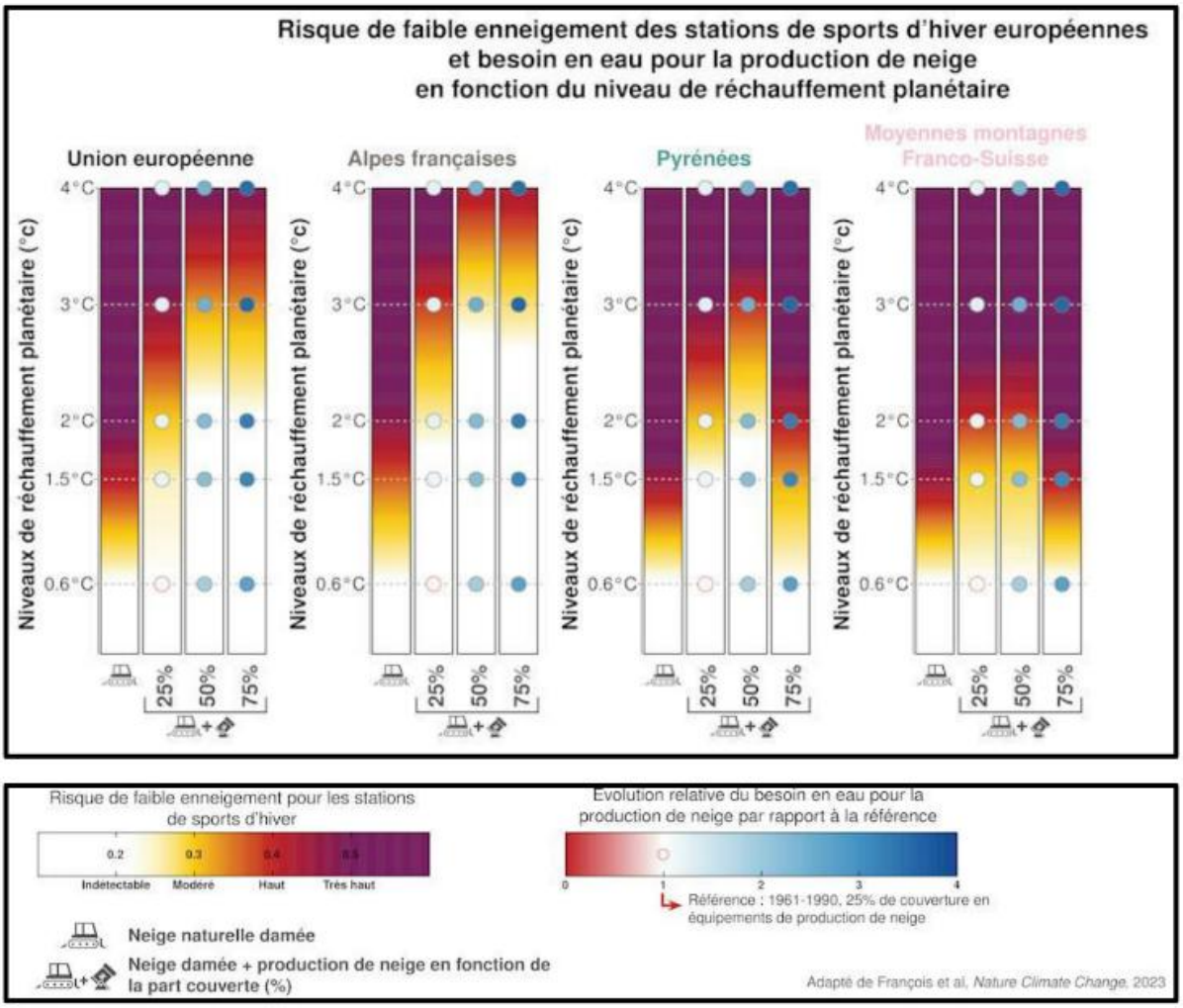
L'étude citée analyse 2 234 stations de sports d'hiver en Europe afin d'évaluer l'impact du réchauffement climatique sur l'enneigement et les capacités d'adaptation des stations.
Les résultats montrent une forte vulnérabilité croissante des stations face à l'augmentation des températures :

- À +2 °C de réchauffement planétaire par rapport à la période 1850-1900 (niveau attendu vers le milieu du XXIe siècle), 53 % des stations européennes seraient exposées à un risque très élevé de faible enneigement en l'absence de production de neige artificielle ;
- À +4 °C de réchauffement planétaire, ce risque deviendrait quasi généralisé, touchant 98 % des stations européennes sans recours à la neige de culture.

Ces projections indiquent que le changement climatique constitue une menace majeure pour la viabilité future des stations de ski, avec des marges d'adaptation très limitées à long terme.

Question 2

En vous appuyant sur la figure ci-dessous, extraite de l'article du média The Conversation, quelles stations ou catégories de stations de ski apparaissent comme les plus exposées au risque de faible enneigement selon les scénarios de réchauffement climatique, et quels facteurs (altitude, localisation, massif, orientation) permettent d'expliquer ces différences ?



Source : The Conversation adapté de Hugues François, Raphaëlle Samacoïts, David Neil Bird, Judith Köberl, Franz Prettenthaler, et al. Climate change exacerbates snow-water-energy challenges for European ski tourism. Nature Climate Change, 2023, page 8 [CC BY 4.0]

Les stations de ski situées dans les Pyrénées et dans les massifs de moyenne montagne franco-italiens apparaissent comme les plus exposées au risque de faible enneigement à mesure que le réchauffement climatique s'intensifie.

Cette vulnérabilité s'explique principalement par deux facteurs complémentaires :

- La localisation géographique, associée à des conditions climatiques plus douces et plus variables que dans les massifs de haute montagne ;
- L'altitude plus faible, qui réduit à la fois la probabilité d'un enneigement naturel suffisant et les conditions favorables à la production de neige artificielle (températures trop élevées, disponibilité en eau plus contrainte).

Ainsi, ces caractéristiques limitent fortement les capacités d'adaptation de ces stations face au changement climatique.

Question 3

Toujours en vous appuyant sur cette figure, dans quelle mesure le recours à la neige artificielle permet-il de limiter le risque de manque d'enneigement face à l'augmentation des températures, et dans quelle mesure cette solution reste-t-elle efficace ?

La figure distingue trois niveaux de couverture par la neige artificielle : 25 %, 50 % et 75 % des pistes équipées.

Dans les Alpes françaises, le recours à une production de neige artificielle couvrant 50 % à 75 % des pistes permet de réduire significativement le risque de faible enneigement, mais au prix d'un besoin accru en eau et en ressources.

En revanche, pour les stations situées dans les Pyrénées et les Alpes franco-italiennes, l'efficacité de la neige artificielle est beaucoup plus limitée. Elle ne permet de diminuer le risque de faible enneigement que :

- Jusqu'à environ +3 °C de réchauffement pour les stations pyrénéennes ;
- Et +2 °C de réchauffement pour les stations des Alpes franco-italiennes.

Au-delà de ces seuils de température, la production de neige artificielle devient inefficace, soulignant ses limites comme solution d'adaptation durable face au réchauffement climatique.

Question 4

Au regard des projections climatiques, quels problèmes techniques, environnementaux et économiques pourraient se poser à l'avenir concernant l'utilisation de la neige artificielle ?

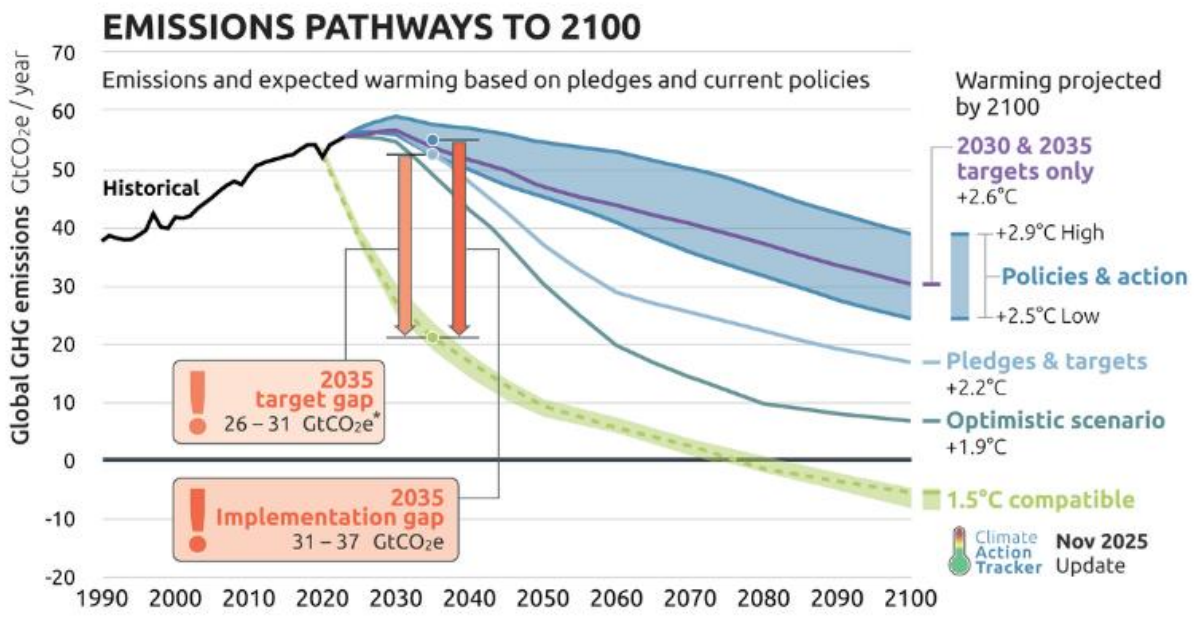
Selon l'article de The Conversation, le réchauffement climatique risque de réduire la disponibilité et la fiabilité des ressources en eau, élément indispensable à la production de neige artificielle. Cette contrainte hydrique pourrait ainsi fragiliser durablement l'enneigement de culture.

Par ailleurs, la production de neige artificielle est énergivore. Lorsque l'électricité utilisée pour alimenter les canons à neige provient de sources carbonées, elle entraîne une augmentation de l'empreinte carbone des stations. Ces limites montrent que la neige artificielle constitue une solution d'adaptation partielle, mais potentiellement peu soutenable à long terme face aux contraintes climatiques et énergétiques.

Question 5

En vous basant sur le site Climate Action Tracker, section Global puis Emissions Pathways, quel niveau de réchauffement climatique est attendu au regard des politiques et actions actuelles, et en quoi ces projections renforcent-elles ou fragilisent-elles la viabilité des stations de ski ?

Consulter le site Climate Action Tracker



Source : Copyright ©2025 by Climate Analytics and NewClimate Institute. All rights reserved.

Selon le site Climate Action Tracker, les politiques et actions actuellement mises en œuvre placent le monde sur une trajectoire de réchauffement comprise entre +2,1 °C et +3,3 °C d'ici la fin du XXIe siècle.

Au regard des données précédemment analysées, un tel niveau de réchauffement implique que les stations de ski en France et plus largement en Europe seront fortement affectées. À ces niveaux de température, au moins 50 % des stations seraient confrontées à un risque élevé de faible enneigement, mettant en cause la viabilité des activités hivernales et confirmant que les conditions climatiques futures sont peu compatibles avec le maintien du modèle actuel des stations de ski.

Question 6

À partir de l'article mentionné ci-dessous, le recours à des investissements dans la production de neige artificielle est-il économiquement rentable pour les stations de ski, et quelles conclusions peut-on tirer de ces résultats à la lumière des projections climatiques futures ?

Consulter l'article : *Les stations de ski doivent-elles encore investir dans la production de neige pour s'adapter ? 2026, The conversation.*

L'article analyse l'impact des investissements dans la production de neige artificielle sur la performance économique des exploitants de remontées mécaniques, à travers deux indicateurs clés : le chiffre d'affaires (CA) et l'excédent brut d'exploitation (EBE).

L'étude repose sur un panel de 56 stations des Alpes françaises, observées sur 15 saisons consécutives (2004/05 à 2018/19). Les auteurs mobilisent des méthodes économétriques permettant d'isoler l'effet spécifique des investissements dans la neige artificielle, en contrôlant d'autres facteurs déterminants tels que l'altitude, la taille des domaines skiables ou la proximité des grandes agglomérations.

Les résultats montrent que les investissements dans la production de neige n'ont pas d'effet significatif sur le CA ou l'EBE des stations, y compris lors des 20 % des saisons les moins bien enneigées. Autrement dit, la neige artificielle n'a pas permis d'améliorer durablement la performance économique des stations dans les conditions climatiques les plus défavorables.

À l'inverse, ce sont les stations situées en altitude qui présentent un avantage comparatif lors des saisons les plus déficitaires en neige naturelle, indépendamment du niveau d'investissement dans la neige de culture.

Dans un contexte de hausse continue des températures, ces résultats suggèrent que la rentabilité économique des investissements dans la production de neige artificielle est appelée à diminuer. Comme l'illustrent les projections climatiques (François et al.), les stations de moyenne altitude, même fortement équipées en neige artificielle, ne seront plus en mesure de garantir une surface skiable suffisante au-delà d'un réchauffement supérieur à +2 °C, remettant en cause la pertinence de ce modèle d'adaptation à long terme.

Question 7

Après avoir visionné la vidéo consacrée à la station de Métabief, quels enseignements les acteurs locaux ont-ils tirés de l'évolution des températures, et quelles actions ont-ils mises en place pour adapter leurs activités hivernales et estivales ?

Consulter la vidéo *Station de ski : quand la neige se fait rare, 12 mai 2023, Ministères Écologie Territoires.*

Dès 2016, la station de Métabief a engagé une réflexion stratégique sur la pérennité de son activité touristique, en s'appuyant sur une étude de Météo-France portant sur les risques futurs d'enneigement liés au changement climatique.

Les résultats de cette étude ont conduit la station à revoir ses politiques d'investissement : plutôt que d'acquérir de nouveaux équipements de remontées mécaniques, elle a fait le choix de conserver, entretenir et prolonger la durée de vie des installations existantes. Cette stratégie traduit une anticipation du déclin de la fiabilité de l'enneigement et une volonté d'éviter des investissements lourds devenus incertains dans un contexte de réchauffement climatique.

En parallèle, la station avec l'appui du programme avenir montagne mobilise ses ressources pour transformer ses activités en toute saison afin de faire vivre le tissu économique et social. Cela se traduit par de le développement de la luge d'été, de la communication et des offres touristiques augmentées pour la randonnée, à la pratique de vtt.

Question 8

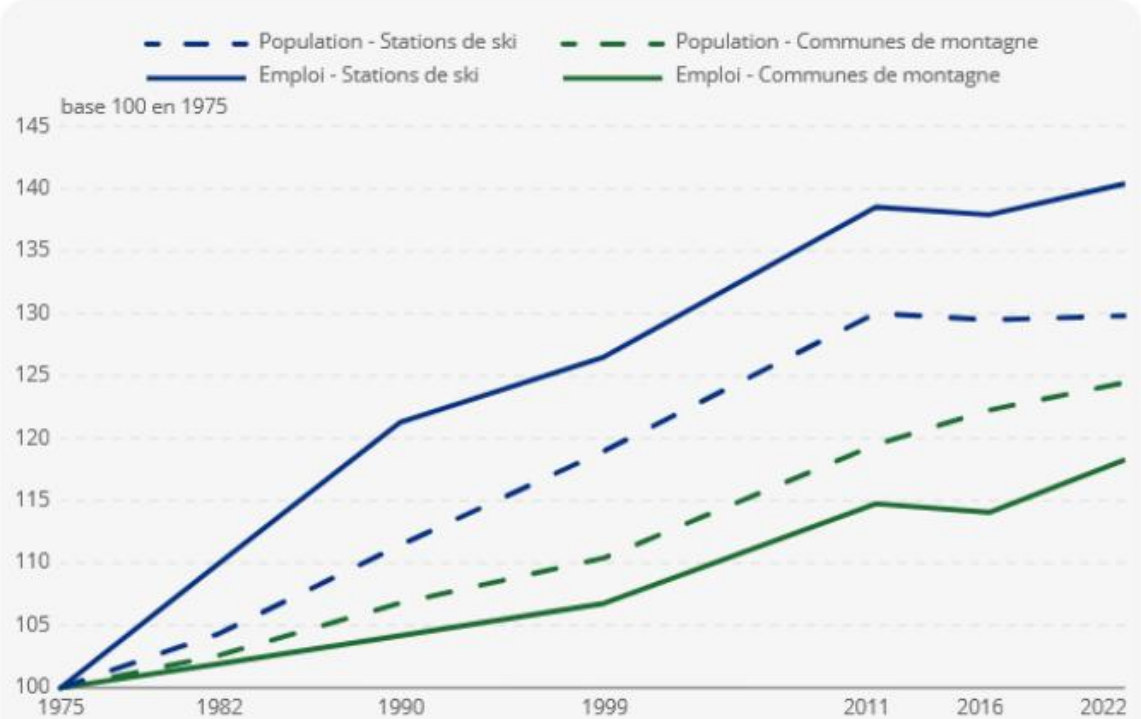
En vous appuyant sur l'article de l'INSEE relatif à l'emploi dans les stations de ski, pourquoi l'arrêt ou la réduction des activités hivernales liée au changement climatique pourrait-elle avoir des conséquences sociales importantes ?

Consulter l'article : L'EMPLOI DANS LES STATIONS DE SKI, n° 201, Septembre 2025, Insee Analyses Auvergne-Rhône-Alpes.

À partir de la figure 2 de l'article de l'INSEE, on observe que depuis les années 1970, le développement des activités liées au ski s'est accompagné d'une augmentation de l'emploi et de la population dans les communes de montagne. Un véritable tissu économique local s'est ainsi structuré autour du tourisme hivernal.

Dans ce contexte, l'arrêt ou le recul des activités hivernales sous l'effet du réchauffement climatique entraînerait des pertes d'emplois importantes, affectant des milliers de travailleurs. Ces territoires touristiques risqueraient alors de connaître, sur une partie de l'année, une dégradation marquée de l'activité économique et sociale, fragilisant durablement l'équilibre démographique et territorial des communes de montagne.

► 2. Évolution de la population et de l'emploi dans les stations de ski et les communes de montagne, en Auvergne-Rhône-Alpes, depuis 1975



Lecture : Entre 1975 et 2022, l'emploi dans les stations de ski d'Auvergne-Rhône-Alpes a augmenté de 40 %, contre 18 % dans les communes de montagne.
Champ : Stations de ski et communes de montagne d'Auvergne-Rhône-Alpes.
Source : Insee, Recensements de la population.

L'emploi dans les stations de ski, n° 201, Septembre 2025, page 2, Insee Analyses Auvergne-Rhône-Alpes

Question 9

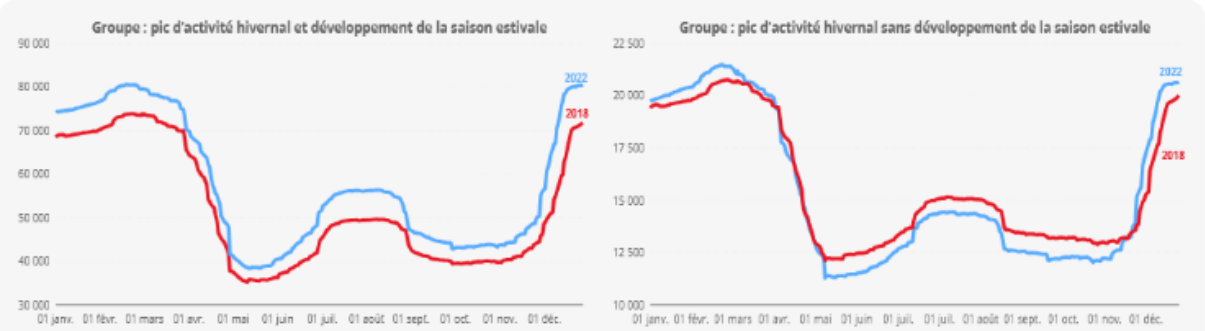
À partir de ce même article, combien de stations développent aujourd'hui à la fois une saison hivernale et une saison estivale ? Le développement d'une offre estivale permet-il de compenser les pertes d'emplois liées au recul des activités hivernales ?

D'après l'article de l'INSEE, parmi les 80 stations disposant d'une saison hivernale, 56 stations (soit environ 70 %) ont également développé une activité estivale entre 2018 et 2022.

En comparant les pics d'activité estivale (10 août 2018 et 12 août 2022), ces stations enregistrent une hausse de l'emploi de 13,7 %, correspondant à environ 6 700 postes supplémentaires. Cette dynamique repose sur une diversification de l'offre touristique, souvent déconnectée du ski, incluant le renouvellement et la densification des hébergements ainsi que le développement d'activités de pleine nature.

Ce constat est confirmé à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes : parmi les stations dont l'activité reste majoritairement hivernale, 56 développent une saison estivale, avec une augmentation globale d'environ 6 600 postes salariés entre le 1er août 2018 et le 1er août 2022. À l'inverse, dans les 24 stations où la saison estivale stagne ou régresse, l'emploi diminue d'environ 750 postes.

Ces résultats montrent que le développement d'une saison estivale constitue un levier important de maintien, voire de création d'emplois, mais que ses effets restent hétérogènes selon les territoires et les stratégies mises en œuvre.



L'emploi dans les stations de ski, n° 201, Septembre 2025, page 3, Insee Analyses Auvergne-Rhône-Alpes

Question 10

Quels facteurs économiques, géographiques, environnementaux et sociaux peuvent favoriser ou, au contraire, limiter le développement d'une saison estivale dans les stations de ski ?

Le développement d'une saison estivale dans les stations de ski dépend de plusieurs facteurs. Les stations disposant d'un environnement naturellement attractif en été bénéficient d'atouts majeurs, tels que les activités de pleine nature (randonnée, VTT), le patrimoine culturel, la gastronomie locale, ou encore le potentiel thermal et de bien-être.

À l'inverse, les stations dont l'activité hivernale demeure très performante, notamment en raison d'une altitude élevée garantissant un enneigement plus fiable, n'ont pas toujours engagé — ou ne jugent pas encore nécessaire — une transformation de leur modèle économique. Cette situation explique des trajectoires de diversification estivale hétérogènes entre les stations, en fonction de leur exposition au risque climatique et de leurs ressources territoriales.

Question 11

En vous basant sur la figure Une journée de ski : quelle empreinte carbone ? (Utopies), quels sont les trois principaux postes d'émissions de gaz à effet de serre d'une journée type au ski, et que peut-on en déduire concernant l'empreinte carbone d'une journée passée dans une station de ski en période estivale ?

Les trois principaux postes d'émissions de gaz à effet de serre d'une journée type au ski sont le transport (52 %), les installations et équipements touristiques relevant de la collectivité (17 %), et l'équipement des skieurs (16 %).

Ces résultats montrent que le transport constitue de loin le principal facteur du bilan carbone d'une journée en station. Cette dominance du transport laisse supposer qu'en période estivale, l'empreinte carbone resterait également largement conditionnée par les modes de déplacement vers la montagne, en particulier l'usage de la voiture individuelle ou des autocars, qui représentent les sources d'émissions les plus importantes.

Question 12

Au regard de l'ensemble des données et ressources analysées, pensez-vous qu'il soit possible d'envisager le maintien des activités des stations de ski, en période hivernale comme estivale, dans un contexte de changement climatique ? Justifiez votre réponse.

Les éléments qui doivent figurer dans la réponse :

- Les effets du réchauffement climatique sur les possibilités d'enneigement des stations de ski ;
- Les adaptations socio-économiques à envisager pour les stations de basses et moyennes altitudes ;
- La prise en compte des enjeux sociaux et économiques des stations de ski ;
- Le futur du tourisme en montagne et notamment la place de la voiture dans la mobilité.

Ce TD a été mutualisé dans le cadre d'un partenariat entre Eco STAPS et la Fondation UVED pour la déclinaison disciplinaire de l'enseignement des enjeux de transition écologique et sociétale (TEDS).

Il est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons - 4.0 International : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions

Pour la formation continue ou professionnelle, les modalités d'usage sont à déterminer avec UVED et doivent faire l'objet d'un contrat définissant les conditions d'usage et de commercialisation. Contact : contact@fondation-uved.fr

Première édition : mars 2026