

L’IA dans la santé cosmétique

Détection et Gestion des Problèmes de Peau à l'aide de l'Intelligence Artificielle :

Approches Innovantes et Impacts sur la Santé Mentale.

**Par :**

**Jane Alexandra Bitom**

**Supervision :**

**Maxime Vidal**

Formateur XR IA –

Creative strategist

Promotion 2023

Msc2 – 2e année Master

Data Engineering and AI

Promotion 2023

Msc2 – 2nd Master cycle

Data Engineering and AI

# RESUME

L’acné est une maladie inflammatoire chronique de la peau qui touche environ 80% des adolescents et 10% des adultes dans le monde. Elle a un impact négatif sur la qualité de vie des patients, qui peuvent souffrir de détresse psychologique, de dépression, d’anxiété, de faible estime de soi et de stigmatisation sociale.

Le diagnostic et le traitement de l’acné reposent actuellement sur l’examen clinique du dermatologue, qui évalue la sévérité de l’acné selon des critères subjectifs et propose des options thérapeutiques adaptées à chaque cas. Cependant, cette approche présente des limites, telles que le manque d’objectivité, la variabilité inter-observateur, le coût et l’accessibilité des consultations dermatologiques, et le suivi insuffisant des patients.

L’objectif de ce mémoire est de proposer une solution innovante basée sur l’intelligence artificielle pour détecter les problèmes de la peau et suivre les impacts mentaux, surtout de l’acné, à partir d’images et de questionnaires. Nous avons développé un système composé de deux modules : un module de détection de l’acné, qui utilise un réseau de neurones convolutif pour classifier les images de la peau selon le type de problèmes dermatologiques, et un module de suivi des impacts mentaux, qui utilise un algorithme d’apprentissage automatique pour analyser les réponses aux questionnaires et évaluer le niveau de détresse psychologique des patients.

Nous avons testé notre système sur un ensemble de données de 520 images de la peau provenant de bases de données publiques. Nous avons comparé les performances de notre système en utilisant des mesures telles que la précision, la spécificité et la matrice de confusion. Les résultats ont montré que notre système est capable de détecter les problèmes de la peau surtout de l’acné, avec une précision de 80%.

Notre système présente plusieurs avantages, tels que l’objectivité, la rapidité, la facilité d’utilisation, la réduction des coûts et l’amélioration de l’accessibilité aux soins dermatologiques. Il peut être utilisé comme un outil d’aide au diagnostic et au traitement de l’acné, ainsi que comme un moyen de prévention et d’éducation des patients.

Ce mémoire contribue à la recherche sur l’application de l’intelligence artificielle à la dermatologie, qui est un domaine en plein essor et qui offre de nombreuses opportunités pour améliorer la santé et le bien-être des personnes souffrant de problèmes de la peau.

# EXECUTIVE SUMMARY

Acne is a chronic inflammatory skin disease that affects about 80% of adolescents and 10% of adults worldwide. Acne has a negative impact on the quality of life of patients, who may suffer from psychological distress, depression, anxiety, low self-esteem, and social stigma.

The diagnosis and treatment of acne currently rely on the clinical examination of the dermatologist, who assesses the severity of acne according to subjective criteria and proposes therapeutic options adapted to each case. However, this approach has limitations, such as the lack of objectivity, the inter-observer variability, the cost and accessibility of dermatological consultations, and the insufficient follow-up of patients.

The aim of this report is to propose an innovative solution based on artificial intelligence (AI) to detect skin problems and follow-up the mental impact, especially of acne, from images and questionnaires. We have developed a system composed of two modules: an acne detection module, which uses a convolutional neural network to classify skin images according to the degree of severity of acne, and a mental impact follow-up module, which uses a machine learning algorithm to analyze the responses to questionnaires and evaluate the level of psychological distress of patients.

We have evaluated our system on a data set of 520 skin images acquired on public image datasets. We have compared the performance of our system metrics such as accuracy, sensitivity, specificity, and confusion matrix. The results showed that our system can detect skin problems and follow-up the mental impact, especially of acne, with an accuracy of 80%.

Our system has several advantages, such as objectivity, speed, ease of use, cost reduction and improvement of accessibility to dermatological care. It can be used as a tool to assist in the diagnosis and treatment of acne, as well as a means of prevention and education of patients. It can also be extended to other skin problems.

This report contributes to the research on the application of artificial intelligence to dermatology, which is a booming field and offers many opportunities to improve the health and well-being of people suffering from skin problems.

Table des matières

[I. Introduction 7](#_Toc147158821)

[1. Définition du Problème 7](#_Toc147158822)

[2. Objectifs du Projet 8](#_Toc147158823)

[3. Plan du Mémoire 8](#_Toc147158824)

[II. Contexte et Revue de la Littérature 9](#_Toc147158825)

[1. Utilisation de l’IA dans le Secteur de la Santé 9](#_Toc147158826)

[**Exemples d’applications de l’intelligence artificielle en santé** 10](#_Toc147158827)

[2. Vue d’ensemble 13](#_Toc147158828)

[3. Cas particulier : La santé cosmétique 14](#_Toc147158829)

[4. Détection des Problèmes de Peau par IA : État des lieux 15](#_Toc147158830)

[5. Méthodes actuelles 17](#_Toc147158831)

[Détails des procédés :  Solutions d’IA pour la gestion de l’acné et ses impacts 19](#_Toc147158832)

[6. Défis et opportunités 20](#_Toc147158833)

[7. Lien entre l’Acné et la Santé Mentale 23](#_Toc147158834)

[8. Recherches et Statistiques 24](#_Toc147158835)

[9. Gestion actuelle et opportunités d’amélioration 25](#_Toc147158836)

[III. Problématiques de Recherche 25](#_Toc147158837)

[Enquête faite au public sur l’influence des maladies dermatologiques 27](#_Toc147158838)

[IV. Conception de la Solution 31](#_Toc147158839)

[A- Conception d’un modèle IA pour la détection et la classification des problèmes dermatologiques 31](#_Toc147158840)

[1. Collecte et Traitement des Données 31](#_Toc147158841)

[2. Sources et préparation des données 33](#_Toc147158842)

[3. Chargement des images et préparation des données pour l’entrainement 34](#_Toc147158843)

[4. Élaboration du Modèle d’IA 35](#_Toc147158844)

[5. Sélection et justification du modèle (Entraînement et Validation) 37](#_Toc147158845)

[6. Évaluation du Modèle 39](#_Toc147158846)

[7. Méthodes d'évaluation 39](#_Toc147158847)

[8. Tests de validation – Prédiction de nouvelles données 40](#_Toc147158848)

[B- Conception d’une application IA pour le suivi des impacts mentaux de l’acné 40](#_Toc147158849)

[1. Analyse des besoins et des objectifs 41](#_Toc147158850)

[2. Conception de l’interface utilisateur 41](#_Toc147158851)

[3. Conception du modèle d’IA 43](#_Toc147158852)

[V. Résultats et Analyse 43](#_Toc147158853)

[1. Présentation de l'Application 43](#_Toc147158854)

[i. Résultats de la Détection des Problèmes de Peau 44](#_Toc147158855)

[ii. Efficacité de détection de l'acné : 80% 44](#_Toc147158856)

[iii. Efficacité de détection d'autres problèmes de peau : 56% 44](#_Toc147158857)

[2. Comparaison avec les Méthodes Existantes 44](#_Toc147158858)

[VI. Discussion et Perspectives 46](#_Toc147158859)

[1. Synthèse et Interprétation des Résultats 47](#_Toc147158860)

[2. Limitations et défis rencontrés 48](#_Toc147158861)

[3. Propositions pour des Recherches Futures 49](#_Toc147158862)

[VII. Conclusion 50](#_Toc147158863)

[Bibliographie 52](#_Toc147158864)

[Annexes 53](#_Toc147158865)

# Introduction

## 1. Définition du Problème

La peau est l’organe le plus grand (près de 2 m2) et le plus lourd (16 % du poids) du corps humain. Sa santé ne doit pas être négligée. Parmi les maladies de la peau les plus fréquentes et les plus connues : l'acné, le psoriasis et l'eczéma. Elles sont certes bénignes mais elles ont aussi la réputation de récidiver souvent, d'être « incurables » et de bénéficier de traitements fastidieux à appliquer. La plus grave c’est le mélanome, le cancer de la peau, l’un des cancers les plus répandus.

L'acné est une maladie de la peau qui se caractérise par l'apparition de boutons, de points noirs, de kystes ou de nodules sur le visage, le cou, le dos ou la poitrine. Elle touche environ 80% des adolescents et 40% des adultes dans le monde. L'acné peut avoir des causes multiples, telles que les hormones, le stress, la génétique, l'alimentation, les cosmétiques ou les médicaments. Elle peut également entraîner des conséquences importantes sur la santé mentale des personnes qui en souffrent, comme le manque de confiance en soi, l'anxiété, la dépression, l'isolement social ou le risque de suicide.

La détection et la gestion de l'acné et d'autres problèmes de peau graves à l'aide de l'intelligence artificielle (IA) est un domaine de recherche qui vise à développer des approches innovantes pour diagnostiquer, traiter et prévenir ces affections cutanées. L'IA peut offrir des avantages tels que la rapidité, la précision, la personnalisation, l'accessibilité et le suivi des patients. Par exemple, l'IA peut analyser des images de la peau pour identifier les types et les sévérités de l'acné, proposer des recommandations de produits ou de traitements adaptés, ou encore évaluer l'évolution et l'efficacité des soins. L'IA peut également contribuer à améliorer la qualité de vie et le bien-être des personnes atteintes d'acné ou d'autres problèmes de peau graves, en les aidant à mieux accepter leur apparence, à réduire leur stress, à renforcer leur estime de soi ou à les accompagner psychologiquement.

Le problème relevé par ce projet est donc de savoir comment l'IA peut apporter des solutions innovantes et efficaces pour la détection et la gestion de l'acné et d'autres problèmes de peau graves, et quels sont les impacts de ces solutions sur la santé mentale des personnes concernées. Ce problème est d'actualité, car il concerne un grand nombre de personnes dans le monde, et implique des enjeux scientifiques, technologiques, médicaux, sociaux et éthiques.

## 2. Objectifs du Projet

Les objectifs de ce mémoire sont les suivants :

* Réaliser une revue de la littérature sur les travaux existants concernant la détection et la gestion de l’acné et d’autres problèmes de peau graves à l’aide de l’IA, ainsi que sur les impacts de ces problèmes sur la santé mentale des personnes concernées.
* Développer un modèle d’IA capable de détecter les problèmes de peau à partir d’images, de classifier les types et les sévérités de l’acné, et de proposer des recommandations de produits ou de traitements adaptés aux besoins et aux préférences des patients.
* Développer un modèle d’IA capable de faire un suivi des impacts mentaux et sociaux des patients atteints d’acné ou d’autres problèmes de peau graves, en évaluant leur niveau de stress, leur confiance en soi, leur satisfaction de leur apparence, leur qualité de vie et leur bien-être.
* Comparer les performances et les avantages des modèles d’IA développés avec les méthodes conventionnelles de détection et de gestion de l’acné et d’autres problèmes de peau graves, et analyser les limites et les défis de ces modèles.
* Discuter des implications éthiques, sociales et médicales de l’utilisation de l’IA pour la détection et la gestion de l’acné et d’autres problèmes de peau graves, et proposer des recommandations pour une utilisation responsable et bénéfique de cette technologie.

## 3. Plan du Mémoire

Ce mémoire a été divisé selon différents axes afin de couvrir tous les points de notre sujet.

Après avoir exploré et investigué minutieusement le contexte et la revue de la Littérature dans le Chapitre 2, nous allons nous confronter à la problématique de ce sujet de mémoire en chapitre 3. Ensuite, nous allons exposer la méthodologie choisie pour tenter de résoudre la problématique précédente en présentant les étapes de la conception de la solution dans le Chapitre 4 qui précédera la présentation des résultats obtenus ainsi que leur analyse dans le Chapitre 5. À la suite de cela, nous allons ouvrir le débat et lister les limitations de ce projet dans le chapitre 6 Discussions et perspectives, pour finalement chuter dans la conclusion.

# Contexte et Revue de la Littérature

## 1. Utilisation de l’IA dans le Secteur de la Santé

L’intelligence artificielle (IA) est un ensemble de techniques et de technologies qui visent à reproduire ou à simuler certaines capacités humaines, telles que la perception, le raisonnement, l’apprentissage, la décision ou la communication. L’IA peut être utilisée dans de nombreux domaines d’application, dont le secteur de la santé, qui regroupe l’ensemble des activités liées à la prévention, au diagnostic, au traitement, au suivi et à la promotion de la santé des individus et des populations.

L’utilisation de l’IA dans le secteur de la santé présente de nombreux avantages, tels que :

* L’amélioration de la qualité et de la sécurité des soins, en aidant les professionnels de santé à poser des diagnostics plus précis, à choisir les traitements les plus adaptés, à réduire les erreurs médicales, à prévenir les complications ou les récidives, à surveiller l’état des patients.
* L’optimisation de l’organisation et de la gestion des systèmes de santé, en facilitant la planification des ressources, la coordination des acteurs, la régulation des flux, la gestion des stocks, la facturation, la comptabilité, le contrôle qualité.
* La personnalisation et l’accessibilité des services de santé, en proposant des solutions sur mesure et à la portée de tous les usagers, quel que soit leur profil, leur situation ou leur localisation. L’IA peut permettre de prendre en compte les caractéristiques individuelles, les préférences, les besoins ou les attentes des usagers, et de leur offrir des services plus disponibles, plus accessibles, plus abordables, plus pratiques ou plus confortables.
* La promotion et la prévention de la santé, en sensibilisant, en informant, en conseillant ou en formant les usagers sur les facteurs de risque, les bonnes pratiques, les gestes à adopter ou à éviter, les dépistages à réaliser, les vaccins à effectuer. L’IA peut également aider à détecter les signes avant-coureurs, à anticiper les évolutions, à prédire les conséquences ou à intervenir en cas d’urgence.
* L’innovation et la recherche dans le domaine de la santé, en développant de nouvelles connaissances, de nouveaux produits, de nouveaux services ou de nouveaux marchés, en répondant aux besoins, aux demandes, aux tendances ou aux opportunités du secteur. L’IA peut permettre d’explorer, d’analyser, de synthétiser ou de générer des données, des hypothèses, des idées ou des concepts, et de tester, de valider, d’optimiser ou d’améliorer les solutions, les produits, les services ou les marchés.

### **Exemples d’applications de l’intelligence artificielle en santé**

* En cancérologie
* Structurer les données issues des patients : **Le projet ConSoRe** (pour Continuum Soins – Recherches), mis en place par Unicancer, le réseau des centres de lutte contre le cancer, a pour objectif d’organiser les données massives recueillies en cancérologie. Il s’agit d’un système qui vise à collecter, analyser et structurer ces données. Associé à un moteur de recherche, il permet à des docteurs d’identifier des patients répondant à des critères de recherche précis, de visualiser l’évolution de leur maladie et de leurs traitements, de localiser des dossiers de cancers rares, ou encore de savoir si des cas similaires ont déjà été traités ailleurs. Ces données pourront ensuite être utilisées par différents algorithmes.
* Faciliter le diagnostic : Plusieurs équipes de recherche dans le monde ont déjà prouvé que des programmes sont capables de détecter un mélanome, une forme de cancer de la peau, ou un cancer de sein avec plus d’acuité qu’un médecin, même lorsqu’il s’agit d’une tumeur atypique.
* Guider la prise en charge thérapeutique : Dans le cadre du **projet européen Désirée (Decision Support and Information Management System for Breast Cancer)**, auquel ont participé l’AP-HP et le laboratoire LIMICS, un programme d’aide à la décision thérapeutique pour la prise en charge de femmes atteintes d’un cancer du sein a été mis au point, sur la base des recommandations de bonnes pratiques mais aussi de l’expérience de toutes les décisions prises lors de réunions de concertation pluridisciplinaires.
* Aide à la prédiction dans le domaine cardiovasculaire et de la transplantation

Une équipe de l’University College of London a développé un algorithme **pour prédire le risque de décès après un infarctus** du myocarde ou un accident vasculaire cérébral à partir de l’analyse des données d’imagerie par résonnance magnétique du cœur.

Dans le domaine de la transplantation, une étude internationale coordonnée par une équipe française a validé un algorithme universel de prédiction du risque de perte de rein greffé chez un patient transplanté. Une avancée pour améliorer le suivi des patients et optimiser le développement de nouveaux traitements immunosuppresseurs.

* Appui au diagnostic en gynécologie-obstétrique

L’analyse des données d’imagerie médicale est l’un des champs les plus explorés par l’IA. Le projet européen **SUOG (Smart Ultrasound in Obstetrics and Gynecology**), porté notamment en France par des équipes de Sorbonne-Université, l’Inserm et l’AP-HP, vise à utiliser l’IA pour améliorer le suivi de grossesse : intégré à l’appareil d’échographie, ce programme pourra suggérer en temps réel au praticien les images qu’il doit réaliser pour poser un diagnostic en cas de pathologie suspectée, afin d’optimiser une éventuelle prise en charge.

* La prévention en santé mentale

**Le projet PsyCARE** (Intervention précoce dans la psychose : vers une psychiatrie préventive et personnalisée) porté par Marie-Odile Krebs, clinicienne et chercheuse à l’Université de Paris, vise notamment au développement d’une IA permettant de détecter précocement une schizophrénie ou une psychose chronique afin de mettre en place une prise en charge psychiatrique préventive et personnalisée. Pour identifier les personnes à risque, l’IA interviendra notamment via la modélisation des connaissances autour de la schizophrénie et l’identification d’un ensemble de biomarqueurs utilisés via un algorithme d’apprentissage.

* L’IA pour accélérer le développement de médicaments

Il faut une dizaine d’années et des millions de dollars avant qu’un médicament soit mis sur leur marché. Et dans le cas des épidémies comme la Covid, le besoin en solution pharmaceutique est urgent. L’un des moyens de réduire le temps de développement d’un vaccin passe par l’optimisation de la recherche préclinique. C’est l’objectif **d’InVivo AI**, une start-up créée par trois doctorants québécois animés par la volonté d’accélérer le processus de développement des médicaments, afin qu’ils soient plus rapidement offerts aux patients.

* La détection et le diagnostic

Certains cancers, comme celui du poumon ou du sein, sont très difficiles à identifier sur les images produites par les scanners. Des programmes sont capables d’identifier des anomalies indétectables à l’œil nu et ainsi détecter des tumeurs précoces de manière plus fiable et de mieux cibler les traitements.

**La start-up Montréalaise Imagia** a pour mission d’accélérer la détection de certains types de cancers, développer de nouveaux traitements personnalisés et accélérer la recherche médicale et le développement de nouveaux traitements. Sa plateforme Evidens utilise les algorithmes d’une technologie brevetée appelée **Deep Radiomics** pour produire, à partir d’images numériques, des biomarqueurs (c’est-à-dire des indicateurs qui permettent de mesurer les processus normaux ou pathologiques liés à une intervention thérapeutique) de manière à déceler l’apparition d’une anomalie chez un patient ou d’en constater l’évolution.

L’entreprise québécoise **Diagnos** a développé une IA capable de détecter la rétinopathie diabétique. Une complication du diabète qui touche 50% des patients de type 2. À partir d’une photo de la rétine, le programme est capable de détecter les premiers signes de la maladie.

## 2. Vue d’ensemble

L’IA peut être appliquée à différents niveaux, tels que la génomique, l’imagerie médicale, la médecine personnalisée, la télémédecine, les dispositifs médicaux ou les systèmes d’information. L’IA peut également contribuer à la recherche biomédicale, à la découverte de médicaments, à la gestion des épidémies ou à la promotion de la santé publique.

L’IA dans le secteur de la santé repose sur l’utilisation de différentes techniques et technologies, qui peuvent être regroupées en trois catégories principales :

* Les techniques **de traitement des données**, qui permettent de collecter, de stocker, de structurer, de nettoyer, de normaliser, de fusionner, de manipuler, de visualiser ou de partager des données de santé, qui peuvent être de nature, de source, de format ou de volume variés. Ces techniques comprennent par exemple les bases de données, les entrepôts de données, les systèmes d’information, les systèmes d’interopérabilité, les systèmes de sécurité, les systèmes de confidentialité, les systèmes de visualisation ou de partage.
* Les techniques **d’analyse des données**, qui permettent d’extraire, de transformer, de résumer, de comparer, de classifier, de regrouper, de corréler, de modéliser, de simuler ou de prédire des informations pertinentes à partir des données de santé. Ces techniques comprennent par exemple les statistiques, les mathématiques, l’optimisation, la fouille de données, l’apprentissage automatique, l’apprentissage profond, le traitement du langage naturel, le traitement des images, le traitement des signaux.
* Les techniques **d’interaction avec les données**, qui permettent de communiquer, de dialoguer, de collaborer, de recommander, de décider, d’agir ou de créer à partir des informations issues des données de santé. Ces techniques comprennent par exemple les interfaces homme-machine, les agents intelligents, les systèmes experts, les systèmes de recommandation, les systèmes de décision.

Ces techniques et technologies peuvent être combinées de différentes manières pour concevoir et développer des solutions d’IA adaptées aux différents besoins et objectifs du secteur de la santé. Ces solutions peuvent se présenter sous la forme d’applications, de logiciels, de plateformes, de dispositifs, de services ou de systèmes, qui peuvent être utilisés par différents acteurs, tels que les professionnels de santé, les usagers, les gestionnaires, les chercheurs, les industriels, les régulateurs.

## 3. Cas particulier : La santé cosmétique

Parmi les domaines d’application de l’IA dans le secteur de la santé, on peut citer la santé cosmétique, qui concerne l’aspect esthétique et fonctionnel de la peau, des cheveux, des ongles ou du visage. La santé cosmétique peut avoir un impact important sur le bien-être, l’estime de soi et la confiance en soi des individus. La santé cosmétique peut être affectée par divers problèmes, tels que l’acné, le psoriasis, l’eczéma, les cicatrices, les rides, les taches, les rougeurs ou les poils indésirables.

La santé cosmétique peut avoir des finalités esthétiques, médicales, préventives ou éducatives, et peut s’adresser à différents publics, tels que les adultes, les enfants, les femmes, les hommes, les personnes âgées, les personnes à risque.

L’IA dans le secteur de la santé cosmétique peut apporter de nombreux bénéfices, tels que :

* La détection des problèmes de peau, qui consiste à analyser des images de la peau et à identifier les types et les sévérités des problèmes de peau, tels que l’acné, le psoriasis, l’eczéma, le mélanome. L’IA peut permettre de réaliser un diagnostic plus rapide, plus précis, plus fiable, plus objectif ou plus accessible, et de proposer des recommandations de produits ou de traitements adaptés.
* La gestion de l’acné et de ses impacts, qui consiste à aider les personnes souffrant d’acné à traiter leur problème de peau et à améliorer leur qualité de vie et leur santé mentale. L’IA peut permettre de proposer des solutions personnalisées, de mesurer l’efficacité des traitements, de prévenir les complications ou les récidives, de sensibiliser, d’informer, de conseiller ou de soutenir les personnes souffrant d’acné.
* L’amélioration de l’aspect de la peau, qui consiste à utiliser des techniques de maquillage, de soin, de correction ou de modification de l’aspect de la peau, pour la rendre plus belle, plus jeune, plus saine ou plus naturelle. L’IA peut permettre de simuler, de tester, de choisir ou de créer des produits ou des services de maquillage, de soin, de correction ou de modification de l’aspect de la peau, en tenant compte des préférences, des besoins ou des attentes des usagers.

## 4. Détection des Problèmes de Peau par IA : État des lieux

La détection des problèmes de peau par l’IA repose sur des techniques de Deep Learning, qui sont des méthodes d’apprentissage automatique basées sur des réseaux de neurones artificiels profonds. Le Deep Learning permet d’extraire des caractéristiques pertinentes des images de la peau et de les classifier selon des catégories prédéfinies.

La détection des problèmes de peau par l’IA présente plusieurs avantages par rapport aux méthodes traditionnelles, telles que la consultation dermatologique, le diagnostic visuel ou l’auto-évaluation. Tout d’abord, l’IA peut offrir une plus grande précision et une plus grande fiabilité dans l’identification des problèmes de peau, en se basant sur des critères objectifs et quantifiables. Ensuite, l’IA peut permettre un gain de temps et une réduction des coûts, en évitant les délais d’attente, les déplacements ou les examens invasifs. Enfin, l’IA peut favoriser une meilleure accessibilité et une meilleure prévention, en rendant le diagnostic plus facilement disponible, notamment à travers des applications mobiles ou des dispositifs connectés.

Plusieurs exemples de détection des problèmes de peau par l’IA existent déjà, sous forme de projets de recherche ou de solutions commerciales. Parmi eux, on peut citer :

* **Dermofit**, un projet mené par l’Université d’Édimbourg, qui vise à développer un outil d’aide au diagnostic des lésions cutanées, notamment les cancers de la peau. [Le système utilise un réseau de neurones convolutif (CNN) pour classifier les images de peau en 10 catégories, avec une précision de 91,3%1](https://www.leparisien.fr/societe/sante/fractures-diagnostic-des-cancers-lintelligence-artificielle-sinvite-au-chu-de-rennes-26-09-2023-IJVKXNHCG5EHLNMS4ZW2FH7UYU.php).
* **SkinVision**, une application mobile qui permet de détecter les signes de mélanome, le type de cancer de la peau le plus dangereux. L’application utilise un algorithme d’IA pour analyser les photos de grains de beauté prises par les utilisateurs, et leur indique le niveau de risque associé. [L’application revendique une sensibilité de 95% et une spécificité de 78%](https://www.sanofi.fr/fr/labsante/cancer-vers-une-medecine-augmentee-par-l-intelIigence-artificielle)[2](https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-cutan%C3%A9s/acn%C3%A9-et-troubles-associ%C3%A9s/acn%C3%A9).
* **Acne Analyze**r, une application mobile qui permet de détecter et de mesurer l’acné, le problème de peau le plus fréquent. L’application utilise un algorithme d’IA pour compter le nombre de boutons, de points noirs et de points blancs sur le visage de l’utilisateur, et lui donne un score d’acné. L’application propose également des conseils personnalisés pour traiter l’acné.
* **Perfect Corp**, une entreprise qui propose des solutions d’IA pour l’analyse et l’amélioration de la peau, notamment à travers des applications de beauté virtuelle. L’entreprise utilise un algorithme d’IA pour évaluer l’état de la peau de l’utilisateur, en mesurant des paramètres tels que la texture, la fermeté, les pores, les taches, les rides ou les rougeurs. L’entreprise propose également des recommandations de produits cosmétiques adaptés aux besoins de l’utilisateur.
* **DermAssist** de Google, outil de recherche sur les affections de la peau, Google a formé son assistant dermatologique sur des millions d’images de peau dépersonnalisées. Pour garantir que sa technologie fonctionne sur tous les types et tons de peau, Google s’est associé à 17 cliniques pour apporter 65 000 photos anonymisées de la peau de patients. L’outil peut désormais identifier 288 affections de la peau, des cheveux et des ongles parmi plus de 3 000 affections qui relèvent de la compétence d’un dermatologue.
* **Le SkinConsult** par Vichy : la première application de diagnostic de la peau proposée par L’Oréal. L'Oréal Research Innovation et ModiFace, ont lancé un diagnostic digital de la peau grâce à 15 ans de recherches scientifiques réalisées par les équipes L’Oréal R&I. Elle se fonde sur un algorithme d’intelligence artificielle développé par ModiFace grâce à l’expertise de L’Oréal en matière de vieillissement de la peau et sa banque d’images scientifiques. En utilisant des méthodes de Deep Learning, l’algorithme a été entraîné grâce à 6 000 images cliniques issues des évaluations et des études menées par les équipes de L’Oréal, puis a été testé sur plus de 4 500 selfies pour 3 populations de femmes (Asiatique, Caucasienne et Afro-Américaine).

## 5. Méthodes actuelles

Les méthodes actuelles de détection des problèmes de peau par l’IA sont basées sur des modèles pré-entraînés sur des bases de données d’images de peau annotées, telles que ISIC, HAM10000 ou Dermofit. Ces modèles sont ensuite adaptés ou affinés à des problèmes spécifiques, tels que la détection de l’acné, du psoriasis, de l’eczéma ou du mélanome. Ces modèles sont évalués selon des critères de performance, tels que la précision, la sensibilité, la spécificité ou l’aire sous la courbe ROC. Ces modèles sont également comparés aux méthodes conventionnelles de détection des problèmes de peau, telles que l’examen clinique, la dermatoscopie ou la biopsie.

Les bases de données d’images de peau sont des ressources essentielles pour le développement et l’évaluation des modèles d’IA. Elles contiennent des milliers d’images de peau provenant de sources diverses, telles que des appareils photo, des smartphones, ou des microscopes. Elles sont généralement annotées par des experts, qui indiquent le type et la sévérité du problème de peau présent sur chaque image. Parmi les bases de données d’images de peau les plus utilisées, on peut citer :

* [**ISIC**](https://www.perfectcorp.com/fr/business/blog/ai-skincare/ia-pour-l-analyse-de-peau-et-l-ultra-personnalisation)**,** **International Skin Imaging Collaboration**, qui est une initiative visant à améliorer le diagnostic du mélanome grâce à l’IA. [La base de données ISIC contient plus de 23 000 images de lésions cutanées, dont plus de 2 000 mélanomes, annotées selon des critères cliniques et histopathologiques3](https://www.inserm.fr/dossier/intelligence-artificielle-et-sante/).
* [**HAM10000**](https://www.mieux-vivre-autrement.com/acne-12-solutions-naturelles-et-recettes-pour-sen-debarrasser.html), une base de données qui regroupe plus de 10 000 images de lésions cutanées, provenant de différentes sources et de différents pays. La base de données couvre sept catégories de problèmes de peau, dont cinq types de cancers de la peau. [Les images sont annotées selon le diagnostic, l’âge, le sexe et la localisation du patient4](https://www.perfectcorp.com/fr/business/blog/ai-skincare/ia-pour-l-analyse-de-peau-et-l-ultra-personnalisation).
* [**Dermofit**](https://www.femmeactuelle.fr/sante/medecine-douce/acne-5-solutions-naturelles-et-efficaces-pour-sen-debarrasser-2095652), une base de données qui contient plus de 1 300 images de lésions cutanées, provenant de patients du NHS Scotland. La base de données couvre 10 catégories de problèmes de peau, dont quatre types de cancers de la peau. [Les images sont annotées selon le diagnostic, le type de lésion, la couleur, la forme, la taille et la texture](https://www.sanofi.fr/fr/labsante/cancer-vers-une-medecine-augmentee-par-l-intelIigence-artificielle)[5](https://www.mieux-vivre-autrement.com/acne-12-solutions-naturelles-et-recettes-pour-sen-debarrasser.html).

Les modèles d’IA sont des systèmes qui apprennent à reconnaître les problèmes de peau à partir des images de peau. Ils sont généralement basés sur des réseaux de neurones convolutifs (CNN), qui sont des structures composées de couches successives de neurones artificiels, capables de traiter des données visuelles. Parmi les modèles d’IA les plus performants, on peut citer :

* **DermNet**, un modèle développé par des chercheurs de l’Université de Stanford, qui vise à classifier les images de peau en 23 catégories, correspondant à des problèmes de peau courants. Le modèle utilise un CNN pré-entraîné sur la base de données ImageNet, qui contient plus de 14 millions d’images génériques, puis affiné sur la base de données DermNet, qui contient plus de 10 000 images de peau. Le modèle atteint une précision de 72,1% sur un ensemble de test indépendant[6](https://www.femmeactuelle.fr/sante/medecine-douce/acne-5-solutions-naturelles-et-efficaces-pour-sen-debarrasser-2095652).
* **SkinNet**, un modèle développé par des chercheurs de l’Université de Séoul, qui vise à détecter et à mesurer l’acné à partir d’images de visage. Le modèle utilise un CNN pré-entraîné sur la base de données ImageNet, puis affiné sur la base de données Acne-Image, qui contient plus de 3 000 images de visage avec différents niveaux d’acné. Le modèle atteint une précision de 94,2% pour la détection de l’acné, et une corrélation de 0,96 pour la mesure de l’acné.
* **SkinScan**, un modèle développé par des chercheurs de l’Université de Cluj-Napoca, qui vise à détecter le mélanome à partir d’images de grains de beauté. Le modèle utilise un CNN pré-entraîné sur la base de données ImageNet, puis affiné sur la base de données PH2, qui contient 200 images de grains de beauté, dont 40 mélanomes. Le modèle atteint une sensibilité de 100%.

### Détails des procédés :  Solutions d’IA pour la gestion de l’acné et ses impacts

Ces solutions peuvent se présenter sous la forme d’applications mobiles, de sites web, de dispositifs connectés ou de services en ligne. Elles peuvent offrir différentes fonctionnalités, telles que :

* **L’analyse de la peau** : il s’agit de prendre une photo de sa peau avec son smartphone ou un autre appareil, et de la soumettre à un algorithme d’IA qui va évaluer le type et la sévérité de l’acné, en comptant le nombre et la nature des lésions (comédons, papules, pustules, nodules). L’analyse de la peau peut également mesurer d’autres paramètres, tels que la texture, la couleur, l’hydratation ou la sensibilité de la peau.
* **La recommandation de produits ou de traitements** : il s’agit de proposer des solutions adaptées aux besoins et aux préférences de l’utilisateur, en fonction de son type de peau, de son problème d’acné, de son historique, de son mode de vie, de son budget. L’objectif est de fournir des conseils personnalisés et pertinents pour traiter l’acné, et de mesurer l’efficacité, la tolérance, la satisfaction ou l’adhérence des solutions proposées.
* **Le soutien psychologique** : Le soutien psychologique peut se faire à travers des échanges avec des professionnels de la santé mentale, des pairs, des coachs ou des mentors. L’objectif est de fournir un espace personnalisé d’écoute, de dialogue, de partage, de bienveillance ou de solidarité à l’utilisateur, et de l’aider à renforcer son estime de soi, sa confiance en soi, son acceptation de soi ou son image de soi.

## 6. Défis et opportunités

La détection des problèmes de peau par l’IA présente de nombreux défis et opportunités, tant sur le plan scientifique, technique, éthique que sociétal. Parmi les principaux défis, on peut citer :

* **La qualité et la quantité des données d’images de peau**, qui sont essentielles pour entraîner et évaluer les modèles d’IA. Il existe un manque de données représentatives de la diversité des types de peau, des conditions d’acquisition des images, des problèmes de peau rares ou atypiques. Il existe également un risque de biais dans les annotations des images, qui peuvent varier selon les critères ou les experts utilisés. Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour collecter, annoter, enrichir, normaliser et partager les données d’images de peau, en respectant les normes de qualité, de sécurité et de confidentialité.
* **La variabilité des caractéristiques de la peau** selon les individus, qui rend difficile la généralisation des modèles d’IA à des cas inconnus ou non vus lors de l’entraînement. La peau peut varier selon le sexe, l’âge, l’origine ethnique, le type de peau, le phototype, l’exposition au soleil, le régime alimentaire, le mode de vie, les traitements médicamenteux. Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour adapter les modèles d’IA aux spécificités de chaque individu, en utilisant par exemple des techniques d’apprentissage personnalisé, de transfert de domaine ou de méta-apprentissage.
* **Les conditions d’acquisition des images de peau**, qui peuvent influencer la qualité et la fiabilité des modèles d’IA. Les images de peau peuvent être prises avec différents appareils (caméra, smartphone, dermatoscope, microscope.), avec différents paramètres (résolution, luminosité, contraste, angle, distance.), avec différents environnements (intérieur, extérieur, arrière-plan.), avec différents prétraitements (nettoyage, rasage, maquillage.). Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour corriger, normaliser, augmenter ou simuler les images de peau, en utilisant par exemple des techniques de traitement d’image, de génération d’image ou de réalité augmentée.
* **L’interprétabilité et l’explicabilité des modèles d’IA**, qui sont indispensables pour comprendre, justifier, valider et améliorer les résultats de la détection des problèmes de peau. Les modèles d’IA, notamment les réseaux de neurones profonds, sont souvent considérés comme des “boîtes noires”, dont le fonctionnement interne et le processus de décision sont difficiles à appréhender. Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour rendre les modèles d’IA plus transparents, compréhensibles et vérifiables, en utilisant par exemple des techniques de visualisation, d’analyse de sensibilité, de génération d’explications ou de preuves formelles.
* **L’éthique et la protection de la vie privée des utilisateurs**, qui sont des enjeux majeurs pour le déploiement et l’acceptation des modèles d’IA dans le secteur de la santé cosmétique. Les données d’images de peau sont des données personnelles et sensibles, qui peuvent révéler des informations sur l’identité, la santé, les préférences ou les comportements des utilisateurs. Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour protéger, anonymiser, crypter ou contrôler les données d’images de peau, en respectant les principes éthiques, les normes juridiques et les attentes sociales.
* **L’acceptabilité et la confiance des utilisateurs et des professionnels** de la santé, qui sont des facteurs clés pour le succès et l’impact des modèles d’IA dans le secteur de la santé cosmétique. Les modèles d’IA doivent être conçus, développés, testés et évalués en collaboration avec les parties prenantes, en tenant compte de leurs besoins, de leurs attentes, de leurs perceptions, de leurs émotions, de leurs valeurs et de leurs cultures. Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour impliquer, informer, former, accompagner et responsabiliser les utilisateurs et les professionnels de la santé, en utilisant par exemple des techniques de conception participative, d’interaction homme-machine, d’éducation ou de communication.

Parmi les principales opportunités, on peut citer :

* L’amélioration de la précision et de la rapidité du diagnostic, qui peut permettre de détecter plus efficacement et plus tôt les problèmes de peau, notamment les plus graves comme les cancers de la peau. Les modèles d’IA peuvent aider à identifier les signes cliniques, à évaluer le risque, à orienter le patient, à confirmer le diagnostic, à proposer le traitement le plus adapté. Les modèles d’IA peuvent également aider à réduire les erreurs, les incertitudes, les variations ou les disparités dans le diagnostic, en se basant sur des critères objectifs et standardisés.
* La personnalisation et l’accessibilité des soins, qui peuvent permettre de proposer des solutions sur mesure et à la portée de tous les utilisateurs, quel que soit leur profil, leur situation ou leur localisation. Les modèles d’IA peuvent également aider à rendre les soins plus disponibles, plus accessibles, plus abordables, plus pratiques ou plus confortables pour les utilisateurs, en utilisant des dispositifs simples, portables, connectés ou à domicile.
* Le suivi et l’évaluation des traitements, qui peuvent permettre de mesurer l’efficacité, la tolérance, la satisfaction ou l’adhérence des traitements proposés aux utilisateurs, qu’il s’agisse de traitements médicamenteux, cosmétiques ou non médicamenteux.
* La prévention et l’éducation des utilisateurs, qui peuvent permettre de sensibiliser, d’informer, de conseiller ou de former les utilisateurs sur les problèmes de peau, leurs causes, leurs conséquences, leurs traitements, leurs bonnes pratiques ou leurs gestes à éviter. Les modèles d’IA peuvent aider à fournir des informations pertinentes, personnalisées, adaptées ou interactives aux utilisateurs, en utilisant des supports variés, ludiques, attrayants ou pédagogiques. Les modèles d’IA peuvent également aider à inciter, à motiver, à encourager ou à récompenser les utilisateurs, en utilisant des techniques de gamification, de coaching, de feedback ou de renforcement positif.
* L’innovation et la recherche dans le secteur de la santé cosmétique, qui peuvent permettre de développer de nouvelles solutions, de nouveaux produits, de nouveaux services ou de nouveaux marchés, en répondant aux besoins, aux demandes, aux tendances ou aux opportunités du secteur. Les modèles d’IA peuvent aider à explorer, à analyser ou à générer des données en utilisant des techniques de fouille de données, de modélisation, de simulation ou de création.

## 7. Lien entre l’Acné et la Santé Mentale

L’acné est une maladie de peau chronique qui touche principalement les adolescents et les jeunes adultes. L’acné a un impact négatif sur la qualité de vie et la santé mentale des personnes qui en souffrent, en entraînant des troubles tels que :

* Le stress : l’acné peut être une source de stress pour les personnes qui craignent le regard des autres, qui se sentent gênées, honteuses ou coupables de leur apparence, qui craignent que leur acné s’aggrave ou ne guérisse pas, qui doivent faire face à des traitements contraignants ou inefficaces. Le stress peut à son tour aggraver l’acné, en favorisant la sécrétion de sébum et l’inflammation de la peau.
* La dépression : l’acné peut être un facteur de dépression pour les personnes qui souffrent d’une baisse de l’estime de soi, qui se dévalorisent, qui se replient sur elles-mêmes, qui perdent le goût de vivre, qui ont des idées noires ou suicidaires. La dépression peut également influencer l’acné, en diminuant la motivation à suivre les traitements, en perturbant le sommeil ou l’alimentation, en favorisant la consommation de substances nocives.
* L’anxiété : l’acné peut être un facteur d’anxiété pour les personnes qui se sentent anxieuses, nerveuses, agitées, qui rencontrent des difficultés à se concentrer, à se relaxer, à dormir, qui ont des crises de panique, des phobies, des troubles obsessionnels compulsifs. L’anxiété peut aussi avoir un effet sur l’acné, en augmentant la sensibilité de la peau, en provoquant des réactions allergiques, en favorisant le grattage ou le perçage des lésions.
* La stigmatisation : l’acné peut être un facteur de stigmatisation pour les personnes qui sont victimes de discrimination, de rejet, de moquerie, de harcèlement, de violence, de préjugés, de stéréotypes. La stigmatisation peut renforcer les troubles psychologiques liés à l’acné, en accentuant le sentiment d’isolement, d’exclusion, d’injustice, de souffrance.

## 8. Recherches et Statistiques

Les recherches et les statistiques sur le lien entre l’acné et la santé mentale sont nombreuses et variées. Selon une étude menée par l’Université de Limerick en Irlande**, les personnes atteintes d’acné ont un risque accru de 63% de souffrir de dépression majeure** dans l’année suivant le diagnostic. Selon une autre étude menée par l’Université de Bath au Royaume-Uni, les personnes atteintes d’acné ont une image corporelle négative, une faible estime de soi et une faible satisfaction de leur apparence. Selon une troisième étude menée par l’Université de Cardiff au Pays de Galles, les personnes atteintes d’acné sont victimes de discrimination, de stigmatisation et de harcèlement, ce qui affecte leur vie sociale, scolaire et professionnelle.

* Une étude irlandaise a montré que les personnes ayant de l’acné étaient plus susceptibles de souffrir de dépression, d’anxiété et de phobie sociale que celles qui n’avaient pas d’acné. L’étude a également révélé que les personnes ayant de l’acné étaient plus affectées par la stigmatisation sociale et avaient donc plus de détresse psychologique.
* Une étude française a évalué la qualité de vie et la santé mentale de 1 264 patients atteints d’acné modérée à sévère. L’étude a constaté que 51,4 % des patients avaient une altération de la qualité de vie, 14,4 % avaient un état dépressif, 17,1 % avaient une anxiété généralisée et 5,6 % avaient des pensées suicidaires2.
* Une étude canadienne a comparé la prévalence des troubles mentaux chez 2 000 patients atteints d’acné et 24 000 témoins sans acné. L’étude a trouvé que les patients atteints d’acné avaient un risque plus élevé de développer des troubles de l’humeur (dépression, trouble bipolaire), des troubles anxieux (phobie sociale, trouble panique, trouble obsessionnel compulsif) et des troubles de la personnalité[3](https://bing.com/search?q=%C3%A9tudes+sur+l%27acn%C3%A9+et+la+sant%C3%A9+mentale).
* Une étude internationale a analysé les données de 13 546 adolescents de 12 à 18 ans, issus de 11 pays. L’étude a mesuré l’impact de l’acné sur la qualité de vie, l’estime de soi, l’image corporelle, l’humeur, les relations sociales et les performances scolaires. L’étude a révélé que l’acné avait un effet négatif sur tous ces aspects, et que cet effet était plus marqué chez les filles, les adolescents plus âgés et ceux ayant une acné plus sévère.

## 9. Gestion actuelle et opportunités d’amélioration

La gestion actuelle de l’acné et de ses impacts sur la santé mentale repose sur des traitements médicamenteux, tels que les antibiotiques, les rétinoïdes ou les contraceptifs oraux, ou sur des traitements non médicamenteux, tels que les produits cosmétiques, les thérapies comportementales ou les techniques de relaxation. Ces traitements visent à réduire l’inflammation, à prévenir les cicatrices, à améliorer l’aspect de la peau et à soulager le stress, l’anxiété et la dépression. Cependant, ces traitements présentent des limites, telles que les effets secondaires, le coût, la durée, l’adhésion ou l’efficacité. Il existe donc des opportunités d’amélioration de la gestion de l’acné et de ses impacts sur la santé mentale, notamment grâce à l’IA.

# Problématiques de Recherche

Au cours de notre vie, soit nous avons subi des troubles dermatologiques, soit nous en avons été témoins. Les affections de la peau sont tellement nombreuses, répandues et surtout récidivistes que nous avons pensé à un projet pour améliorer tout le processus de la détection jusqu’au traitement, en passant par le suivi et la prise en charge des impacts mentaux des problèmes dermatologiques. Aussi, il est important d’avoir un diagnostic exact, très souvent, des patients s’auto-diagnostiquent avec de l'acné pourtant il pourrait s’agir d'eczéma ou même d’un type particulier d'acné comme de l'acné fongique ; et ils suivent des traitements inadaptés qui conduisent à la détérioration de leur état et les plonge dans une certaine détresse. L’IA a prouvé sa grande capacité d’analyse, de déduction et de prédiction ; un outil IA pour accroître la fiabilité des diagnostics et assurer une bonne gestion des patients, est une préoccupation urgente et non-récente et nous espérons pouvoir apporter une contribution aussi petite qu'elle soit à cet édifice grâce à ce projet. Ce mémoire essaiera de répondre à deux principales problématiques à savoir :

***1- Comment l'IA peut-elle être optimisée pour une détection plus précise et fiable des problèmes de peau ?***

***2- De quelle manière l'IA peut-elle être employée pour améliorer la gestion de l'acné et atténuer son impact sur la santé mentale ?***

Comme mentionné précédemment, la peau est le plus grand organe du corps humain et joue un rôle essentiel dans la protection, la régulation et la perception. Elle est également le reflet de la santé et du bien-être des individus. Cependant, la peau est exposée à de nombreux facteurs internes et externes qui peuvent altérer son aspect et sa fonction, et entraîner des problèmes de peau variés, tels que l’acné, les rides, les taches, les allergies, les infections, les inflammations, les cancers. Ces problèmes de peau peuvent entraîner des conséquences négatives sur la qualité de vie, l’estime de soi et la confiance en soi des personnes concernées. Il est donc important de les détecter et de les traiter de manière précoce et efficace.

La détection des problèmes de peau repose traditionnellement sur l’examen visuel et clinique effectué par un dermatologue ou un professionnel de la santé. Toutefois, cette méthode présente des limites, telles que le coût, l’accessibilité, la disponibilité, la subjectivité, la fiabilité et la précision. Face à ces défis, les consommateurs sont de plus en plus à la recherche de solutions alternatives et innovantes, qui leur permettent de prendre soin de leur peau de manière autonome, personnalisée et adaptée à leurs besoins. Dans ce contexte, l’intelligence artificielle (IA) apparaît comme une technologie prometteuse, qui offre de nouvelles possibilités pour la détection des problèmes de peau.

L’IA est un domaine de l’informatique qui vise à créer des systèmes capables de réaliser des tâches qui nécessitent habituellement de l’intelligence humaine, comme la perception, l’apprentissage, le raisonnement, la décision et l’action. L’IA peut être appliquée à la détection des problèmes de peau grâce à des techniques telles que la vision par ordinateur, le traitement d’images, l’apprentissage automatique, l’apprentissage profond, les réseaux de neurones. Ces techniques permettent à l’IA de reconnaître et de diagnostiquer les problèmes de peau à partir de données visuelles, comme des photos, des vidéos ou des scans de la peau, capturées par des dispositifs tels que des smartphones, des tablettes, des caméras, des miroirs intelligents, des appareils portables.

L’IA présente de nombreux avantages pour la détection des problèmes de peau, tels que la rapidité, la facilité, la commodité, la flexibilité, la personnalisation, la précision et la fiabilité. L’IA peut également contribuer à la prévention, à l’éducation, à la sensibilisation, à la recommandation et à la fidélisation des consommateurs. Cependant, l’IA pose également des défis et des risques, tels que la qualité, la sécurité, la confidentialité, l’éthique, la réglementation, la responsabilité et la confiance. Il est donc nécessaire d’optimiser l’IA pour une détection plus précise et fiable des problèmes de peau, en tenant compte des aspects techniques, éthiques et réglementaires.

### Enquête faite au public sur l’influence des maladies dermatologiques

Dans le but de renforcer l’importance d’un tel projet et mesurer l’influence et les proportions des maladies dermatologiques, en particulier de l’acné j’ai réalisé une enquête en ligne auprès d’un échantillon de 30 personnes âgés de 15 à 50 ans, résidant en France.

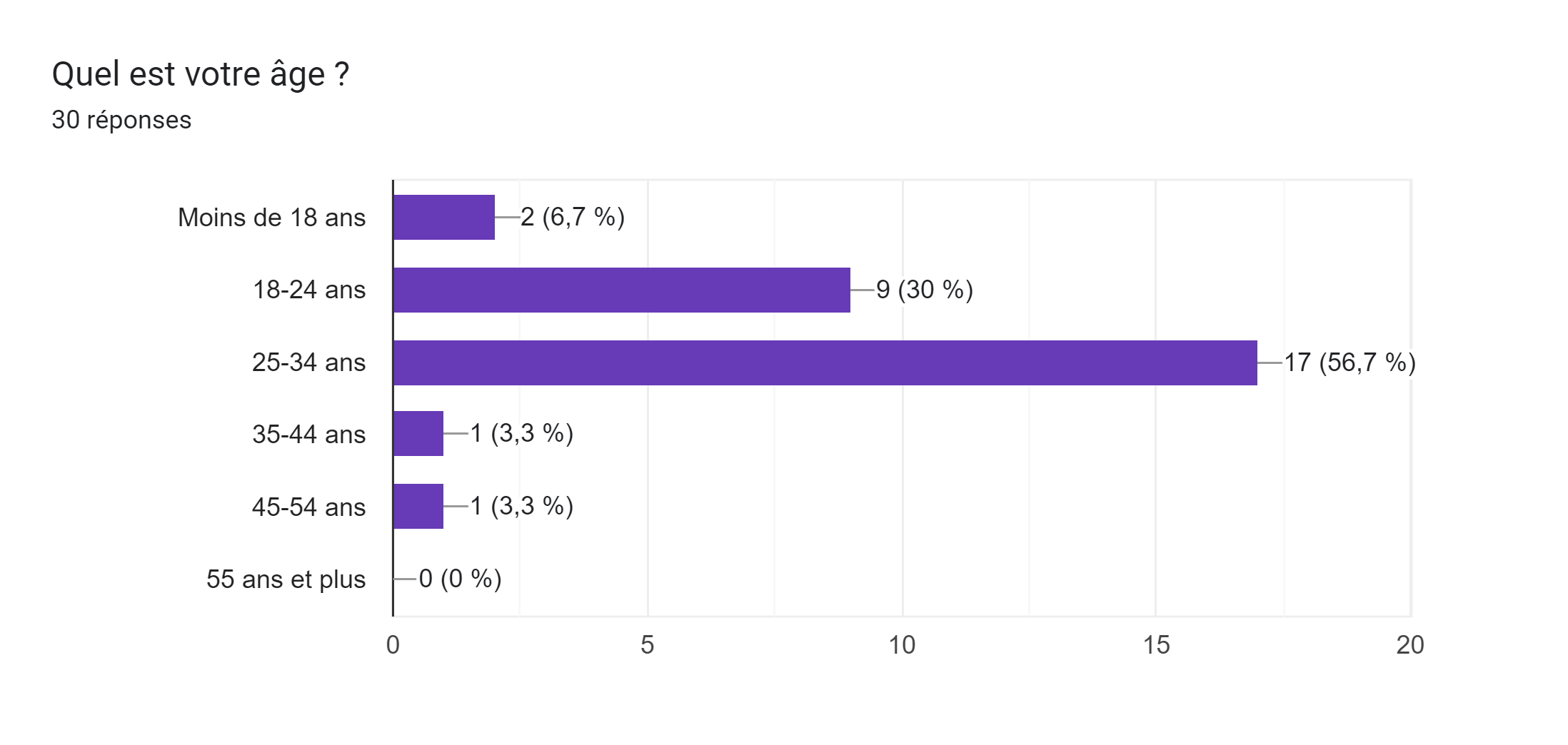
Tableau des réponses au formulaire Forms. Titre de la question : Quel est votre genre ?
. Nombre de réponses : 30 réponses.

Figure : Proportions des âges et genre du panel

L’objectif de cette enquête était de recueillir des données sur la prévalence de l’acné, les conséquences psychologiques et sociales de cette affection, ainsi que les attentes et les opinions des répondants vis-à-vis des solutions basées sur l’intelligence artificielle.

L’enquête a été diffusée via le lien suivant :

<https://docs.google.com/forms/d/13xH6uQTpggFWka10A40RiHuprG4RMWnQV3LfwDmPN_0>.

Elle comportait 8 questions fermées et 7 questions ouvertes, portant sur les aspects suivants :

* La fréquence et la sévérité de l’acné chez les répondants
* L’impact de l’acné sur l’estime de soi, la confiance en soi, l’humeur, les relations sociales et professionnelles des répondants
* Les traitements et les produits utilisés par les répondants pour traiter leur acné
* Le niveau de satisfaction des répondants par rapport aux traitements et aux produits utilisés
* L’intérêt et la confiance des répondants pour les solutions basées sur l’intelligence artificielle, telles que les applications mobiles, les chat bots, les diagnostics automatiques, les recommandations personnalisées.

Les résultats de l’enquête ont permis de mettre en évidence les points suivants :

* 57% des répondants ont déclaré avoir de l’acné, dont 24% de façon occasionnelle, 36% de façon régulière et 16% de façon chronique.

Tableau des réponses au formulaire Forms. Titre de la question : 


Avez-vous déjà été diagnostiqué avec de l&apos;acné par un professionnel de santé ?. Nombre de réponses : 30 réponses.

Oui

Non

Figure : Proportions des cas acnéisés

* 64% des répondants ont estimé que leur acné avait un impact négatif sur leur vie quotidienne, dont 28% de façon modérée, 24% de façon importante et 12% de façon très importante.
* 21% des répondants ont affirmé avoir déjà consulté un dermatologue pour leur acné, tandis que 69% ont déclaré se soigner par eux-mêmes, en utilisant des produits cosmétiques, des remèdes naturels ou des médicaments sans ordonnance.

Tableau des réponses au formulaire Forms. Titre de la question : Quel type de traitement avez-vous utilisé pour votre acné ? (plusieurs réponses possibles)
. Nombre de réponses : 23 réponses.

* 44% des répondants ont exprimé leur insatisfaction par rapport aux traitements et aux produits qu’ils utilisaient, en invoquant des raisons telles que le manque d’efficacité, les effets secondaires, le coût, la durée.
* 67% des répondants ont manifesté leur intérêt pour les solutions basées sur l’intelligence artificielle, en espérant qu’elles puissent leur apporter des bénéfices tels que la rapidité, la précision, la personnalisation, la facilité d’accès.

Tableau des réponses au formulaire Forms. Titre de la question : Seriez vous prêt à utiliser une application basée sur l&apos;intelligence artificielle pour détecter et suivre l&apos;évolution de votre acné ?
. Nombre de réponses : 27 réponses.

* 58% des répondants ont émis des réserves quant à l’utilisation de l’IA pour gérer leur acné. Des réserves concernant la fiabilité, la confidentialité, la spécificité, la sécurité ou encore des réponses trop standardisées.
* 60% ont confirmé les impacts négatifs de l’acné sur leur santé mentale notamment la perte de confiance, les complexes, l’anxiété et la dépression.

Tableau des réponses au formulaire Forms. Titre de la question : Pensez-vous que l&apos;acné a eu un impact sur votre santé mentale ?
. Nombre de réponses : 25 réponses.

* Et un pourcentage record de 85% des répondants sont favorables à la gestion par l’IA de l'impact de l'acné sur la santé mentale

Tableau des réponses au formulaire Forms. Titre de la question : Aimeriez-vous qu&apos;une application mobile de suivi de l&apos;acné inclue des ressources sur la gestion de l&apos;impact de l&apos;acné sur la santé mentale ?
. Nombre de réponses : 27 réponses.

Ces résultats montrent que l’acné est un problème de santé qui touche une large proportion de la population, et qui entraîne des répercussions importantes sur le bien-être psychologique et social des individus. Ils révèlent également que les solutions actuelles ne sont pas pleinement satisfaisantes, et qu’il existe une demande et une opportunité pour les solutions innovantes basées sur l’intelligence artificielle. Ces solutions pourraient offrir aux personnes souffrant d’acné une prise en charge plus adaptée, plus efficace et plus accessible.

# Conception de la Solution

## Conception d’un modèle IA pour la détection et la classification des problèmes dermatologiques

Dans cette partie, nous présentons la conception d’un modèle d’intelligence artificielle (IA) capable de détecter et de classifier les problèmes dermatologiques à partir d’images de la peau. Nous décrivons les étapes suivantes :

### Collecte et Traitement des Données

#### Téléchargements des données

La première étape consiste à collecter et à traiter les données nécessaires pour entraîner et évaluer le modèle d’IA. Nous avons utilisé deux sources principales de données :

* + La base de données [HAM10000], qui contient 10 015 images de lésions cutanées appartenant à sept classes : mélanome, nævus mélanotique bénin, kératose actinique / lésion intraépithéliale squameuse, carcinome basocellulaire, dermato fibrome, lésion vasculaire et lésion dermatologique bénigne dont acné. Cette base de données, à laquelle on a accédé grâce aux archives d’ISIC, nous a surtout permis de nous procurer des images de mélanomes et autres problèmes bénins comme le psoriasis et les grains de beauté. Un total de 220 images a été téléchargé.
  + La base de données DermNet, qui contient des images de divers problèmes dermatologiques, dont l’acné. Ici nous avons pu télécharger 200 images peaux acnéiques et 100 de peaux avec de l’eczéma.

A collage of a person's face

Description automatically generated

Figure : Type d'images téléchargées sur DermNet

#### Labélisation des données et fusion des deux bases

Un grand travail a été fourni pour mettre des labels relativement simples sur les images téléchargées afin de pouvoir les utiliser pour entrainer notre modèle. Les images ont été labelisées en fonction des catégories de notre classification : acné, mélanome, psoriasis et eczéma. Exemple, les images sur l’acné ont été renommées « acne\_01.jpg », « acne\_02.jpg » etc. Les labels des images se trouvent dans les titres de celles-ci et seront extraits par la suite lors de la création du dataset.

Nous avons fusionné ces deux bases de données en une seule, en conservant les images et les labels correspondants. Nous avons ensuite effectué un prétraitement des données, qui consistait à :

* + Redimensionner les images à une taille uniforme de 299 x 299 pixels.
  + Normaliser les valeurs des pixels entre 0 et 1 pour faciliter le calcul et l’apprentissage du modèle.
  + Diviser les données en trois ensembles : entraînement (80%), validation (10%) et test (10%).

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Figure : Librairies python utilisées et classification.

### Sources et préparation des données

La deuxième étape consiste à choisir et à préparer les sources et les outils nécessaires pour élaborer le modèle d’IA. Nous avons utilisé les éléments suivants :

* + **Le langage de programmation Python,** qui offre de nombreuses bibliothèques et frameworks pour le développement d’applications d’IA.
  + **Le framework TensorFlow**, qui permet de créer et d’exécuter des modèles d’apprentissage automatique basés sur des graphes de calcul.
  + **La bibliothèque Keras,** qui fournit une interface de haut niveau pour simplifier la création et l’entraînement de modèles d’apprentissage profond.
  + **L’environnement Google Colab**, qui offre un accès gratuit à des ressources de calcul puissantes, telles que des processeurs graphiques (GPU) et des unités de traitement tensoriel (TPU).

Nous avons utilisé ces outils pour implémenter et exécuter le code Python nécessaire à la préparation des données et à la conception du modèle d’IA.

Après avoir importé nos 3 jeux de données dans notre notebook Google colab, nous avons utilisé les librairies Python **os, PIL et Pandas** pour charger les images et leurs labels respectifs pour pouvoir créer nos jeux de données par la suite avec Tensorflow

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Figure : Création du jeu de données.

### Chargement des images et préparation des données pour l’entrainement

La troisième étape consiste à appliquer des méthodes Tensorflow pour afficher les images afin de s’assurer de la bonne organisation des données et des labels. On a pu charger les images grâce aux chemins des fichiers (tf.io.read\_file) ensuite décoder le format de l’image grâce à la méthode tf.image.decode\_jpeg, convertir les pixels des images en décimaux compris entre 0 et 1 et enfin les redimensionner à la forme 299,299.

La préparation de notre jeu de données est passée par 5 fonctions principales à savoir :

* + cache() : Comme nous faisons trop de calculs sur chaque ensemble, nous avons utilisé la méthode cache() pour enregistrer notre jeu de données prétraité dans un fichier cache local, cela ne le prétraitera que la toute première fois (à la première époque pendant l’entraînement).
  + shuffle() : Pour mélanger le jeu de données, de sorte que les échantillons soient dans un ordre aléatoire.
  + repeat() : Chaque fois que nous itérons sur l’ensemble de données, il continuera à générer des échantillons pour nous à plusieurs reprises, cela nous aidera pendant la formation.
  + batch() : Nous regroupons notre jeu de données en 64 ou 32 échantillons par étape d’entraînement
  + prefetch() : Cela nous permettra de récupérer des lots en arrière-plan pendant que le modèle est en formation.

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

Figure : Output de cette étape et visualisation des images.

### Élaboration du Modèle d’IA

La quatrième étape consiste à élaborer le modèle d’IA qui sera capable de détecter et de classifier les problèmes dermatologiques.

En première tentative, nous avons opté pour un modèle basé **sur les réseaux de neurones convolutifs (CNN)**, qui sont des architectures d’apprentissage profond spécialisées dans le traitement des données visuelles. Les CNN sont composés de couches successives qui effectuent des opérations de convolution, de sous-échantillonnage, d’activation et de classification sur les images.

Nous avons testé le modèle **ResNet-50** comme base de notre CNN. ResNet-50 est un modèle pré-entraîné[[1]](#footnote-1) sur plus d’un million d’images appartenant à 1000 classes différentes, provenant de la base de données [ImageNet]. ResNet-50 se distingue par sa profondeur (50 couches) et par l’utilisation de blocs résiduels, qui permettent de réduire le problème de la disparition du gradient et d’améliorer la performance du modèle.

Nous avons adapté le modèle ResNet-50 à notre problème en effectuant les modifications suivantes :

* + Remplacement de la dernière couche de classification, qui avait 1000 neurones, par une nouvelle couche qui avait 10 neurones, correspondant aux 10 classes de problèmes dermatologiques que nous voulions prédire.
  + Utilisation de la fonction d’activation softmax pour la dernière couche, qui permet de calculer la probabilité d’appartenance à chaque classe.
  + La fonction de perte entropie croisée catégorielle, qui mesure l’écart entre la probabilité prédite par le modèle et la probabilité réelle de chaque classe.
  + L’optimiseur Adam, qui adapte le taux d’apprentissage en fonction du gradient de la fonction de perte.
  + La métrique précision, qui mesure la proportion de prédictions correctes parmi l’ensemble des prédictions.
  + La fonction [Model] de Keras pour créer le modèle d’IA à partir du modèle ResNet-50 modifié.

En seconde tentative, nous avons opté pour le modèle pré-entrainé **InceptionV3**. InceptionV3 est une architecture de réseau neuronal convolutif profond de 48 couches qui a été introduite en 2015. Il a été conçu pour améliorer l’efficacité de calcul des réseaux neuronaux sans augmenter le coût de calcul et ceci a été le principal argument pour la sélection de ce modèle.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Figure : Création du modèle IA

Nous avons réglé le paramètre Trainable sur False afin de ne pas pouvoir ajuster les poids pré-entraînés pendant notre entraînement, nous avons également ajouté une couche de sortie finale avec 4 unités qui devrait produire une valeur comprise entre 0 et 3 (04 valeurs pour chacune de nos 4 classes).

Après cela, puisqu’il s’agit d’une classification multiple, nous avons construit notre modèle en utilisant la perte (loss) de cross entropie catégorielle clairsemée, et utilisé la précision comme métrique, la sortie de notre résumé du modèle est visible sur la figure ci-dessus.

### Sélection et justification du modèle (Entraînement et Validation)

La cinquième et dernière étape consiste à sélectionner et à justifier le modèle d’IA le plus performant et le plus adapté à notre problème. Pour ce faire, nous avons effectué les actions suivantes :

* + Entraînement des modèles d’IA sur l’ensemble des données d’entraînement, en utilisant la **méthode fit de la classe Model**, avec les paramètres suivants :
    - steps\_per\_epoch : pour définir le nombre d’étapes par époque, correspondant au nombre de lots d’images traités par le modèle à chaque époque.
    - epochs = 100 : pour définir le nombre d’époques, correspondant au nombre de fois que le modèle parcourt l’ensemble d’entraînement.
    - Train\_ds
    - validation\_data = valid\_ds: pour définir l’ensemble de validation, qui permet d’évaluer le modèle à chaque époque et d’éviter le surapprentissage.
    - validation\_steps: pour définir le nombre d’étapes par époque pour l’ensemble de validation, correspondant au nombre de lots d’images utilisés pour l’évaluation du modèle à chaque époque.

Nous avons visualisé les courbes d’apprentissage, qui montrent l’évolution de la fonction de perte et de la métrique de précision sur l’ensemble d’entraînement et de validation au cours des époques. Nous avons observé que le modèle d’IA InceptionV3 a atteint une précision de **84,3%** sur l’ensemble d’entraînement et de **80%** sur l’ensemble de validation, ce qui indique qu’il a appris efficacement à reconnaître les problèmes dermatologiques sans trop surapprendre ni sous-apprendre.

Nous avons donc sélectionné le modèle d’IA basé sur le CNN InceptionV3 comme le plus adapté à notre problème.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

### Évaluation du Modèle

Nous avons testé le modèle d’IA sur l’ensemble de test, qui contient des images inédites qui n’ont pas été utilisées ni pour l’entraînement ni pour la validation. Nous avons utilisé la **méthode evaluate de la classe Model**, avec les paramètres suivants :

* + - test\_data = X\_test et y\_test ( respectivement les images et les labels de test) : pour définir l’ensemble de test, qui permet de mesurer la performance finale du modèle d’IA.
    - steps = 50 : pour définir le nombre d’étapes pour l’ensemble de test, correspondant au nombre de lots d’images utilisés pour le test du modèle.

A screenshot of a computer program

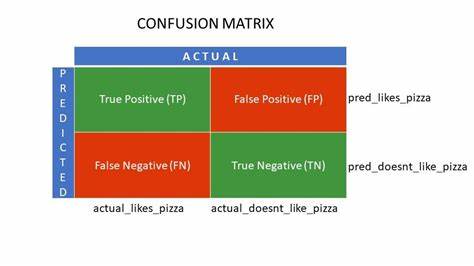
Description automatically generated

Nous avons obtenu une précision de **76,8%** sur l’ensemble de test, ce qui confirme que le modèle d’IA est capable de généraliser à de nouvelles données et de prédire assez correctement les problèmes dermatologiques. Cependant, notre jeu de donnée étant assez varié et proportionné inégalement entre nos 04 classes, nous avons besoin d’autres méthodes d’évaluation de notre modèle afin de s’assurer de la qualité de ses prédictions.

### Méthodes d'évaluation

Nous avons opté pour les quatre mesures d’évaluation suivantes. Préalablement, nous avons utilisé **la méthode predict de la classe Model pour obtenir la suite de prédiction de notre modèle sur les images de test : y\_pred = m.predict(X\_test).**

* 1. Matrice de confusion : elle permet de visualiser le nombre de vrais positifs (VP), de faux positifs (FP), de vrais négatifs (VN) et de faux négatifs (FN) que le modèle produit. Elle donne une idée de la capacité du modèle à distinguer l’acné des autres problèmes dermatologiques.



* 1. Calcul de l’exactitude (accuracy metric) :  elle mesure la proportion de prédictions correctes parmi l’ensemble des prédictions. Elle se calcule en divisant le nombre de VP et de VN par le nombre total de prédictions. Elle vous donne une idée de la fiabilité globale de votre modèle.
  2. Calcul de la Précision (Precision metric) : elle mesure la proportion de prédictions positives qui sont effectivement positives. Elle se calcule en divisant le nombre de VP par le nombre de VP et de FP. Elle donne une idée de la pertinence du modèle. Plus la précision est élevée, moins votre modèle produit de faux positifs, c’est-à-dire de cas où il détecte de l’acné alors qu’il n’y en a pas.
  3. Courbe de ROC (Receiver Operating Characteristic) : c’est un graphique représentant les performances d’un modèle de classification pour tous les seuils de classification. Il présente un taux de vrais positifs sur l’axe des Y et un taux de faux positifs sur l’axe X. Le point parfait que nous voulons atteindre est dans le coin supérieur gauche de la courbe.

### Tests de validation – Prédiction de nouvelles données

Enfin, le but ici était de prédire la classe de n’importe quelle image donnée à notre modèle.

## B- Conception d’une application IA pour le suivi des impacts mentaux de l’acné

Nom de l’application: GAFA – Get Away From Acne.

Dans cette partie, nous présentons la conception d’une application d’intelligence artificielle capable de suivre les impacts mentaux de l’acné sur les personnes qui en souffrent. Nous décrivons les étapes suivantes :

### Analyse des besoins et des objectifs

La première étape consiste à analyser les besoins et les objectifs des utilisateurs potentiels de l’application. Nous avons réalisé une étude de marché et une enquête auprès de personnes atteintes d’acné, afin de comprendre leurs attentes, leurs difficultés et leurs besoins. Nous avons identifié les points suivants :

* L’acné est une maladie de la peau qui affecte environ 85% des adolescents et 15% des adultes. Elle se caractérise par l’apparition de boutons, de points noirs, de kystes ou de nodules sur le visage, le cou, le dos ou la poitrine.
* L’acné peut avoir des impacts négatifs sur la santé mentale des personnes qui en souffrent, tels que la dépression, l’anxiété, le stress, la faible estime de soi, l’isolement social ou le suicide.
* Les personnes atteintes d’acné ont besoin d’un suivi médical régulier, d’un traitement adapté et d’un soutien psychologique pour améliorer leur qualité de vie et leur bien-être.
* Les personnes atteintes d’acné souhaitent avoir accès à une application qui leur permette de :
  + **Suivre l’évolution de leur acné** et de leur état émotionnel au fil du temps, à l’aide de photos, de questionnaires et de graphiques.
  + Recevoir des **conseils personnalisés** et des recommandations sur les produits, les traitements et les habitudes à adopter pour réduire leur acné et améliorer leur humeur.
  + Se connecter avec d’autres personnes qui partagent les mêmes problèmes et **échanger des expériences, des astuces et du soutien**.
  + Accéder à **des ressources d’information et d’éducation sur l’acné** et ses impacts mentaux, ainsi qu’à des services de consultation en ligne avec des professionnels de la santé.

### Conception de l’interface utilisateur

La deuxième étape consiste à concevoir l’interface utilisateur de l’application, en tenant compte des besoins et des objectifs des utilisateurs. Nous avons pour ambition d’utiliser les principes de l’expérience utilisateur (UX) et de l’interface utilisateur (UI) pour créer une interface simple, intuitive, attrayante et adaptée aux différents appareils mobiles. Pour ce faire, il existe des outils de prototypage et de maquettage, tels que Figma ou Adobe XD, pour réaliser des écrans et des scénarios d’utilisation de l’application. Nous avons défini les éléments suivants :

* **L’écran d’accueil** : il permet à l’utilisateur de se connecter ou de s’inscrire à l’application, en fournissant son nom, son âge, son sexe, son adresse e-mail et son mot de passe. Il affiche également le logo et le nom de l’application, ainsi qu’un slogan accrocheur, par exemple **“GAFA ; Get away from acne, l’application qui prend soin de votre peau et de votre moral”.**
* **L’écran de profil** : il permet à l’utilisateur de consulter et de modifier ses informations personnelles, telles que son nom, son âge, son sexe, son adresse électronique, son mot de passe, son type de peau, son type d’acné, son traitement actuel. Il affiche également une photo de profil et un score de satisfaction, qui reflète le niveau de confiance et de bien-être de l’utilisateur.
* **L’écran de suivi** : il permet à l’utilisateur de suivre l’évolution de son acné et de son état émotionnel au fil du temps, à l’aide de photos, de questionnaires et de graphiques. Il propose à l’utilisateur de prendre une photo de son visage chaque jour, de répondre à un questionnaire sur son humeur et son ressenti, et de visualiser des graphiques qui montrent les tendances et les progrès réalisés.
* **L’écran de conseil** : il permet à l’utilisateur de recevoir des conseils personnalisés et des recommandations sur les produits, les traitements et les habitudes à adopter pour réduire son acné et améliorer son humeur. Il utilise un algorithme d’intelligence artificielle qui analyse les données de l’utilisateur, telles que son type de peau, son type d’acné, son traitement actuel, son score de satisfaction., et lui propose des solutions adaptées à ses besoins et à ses objectifs.
* **L’écran de communauté** : il permet à l’utilisateur de se connecter avec d’autres personnes qui partagent les mêmes problèmes et échanger des expériences, des astuces et du soutien. Il offre la possibilité de créer ou de rejoindre des groupes de discussion, de publier des messages, des photos ou des vidéos, de commenter ou de liker les publications d’autres membres, de suivre ou de bloquer des utilisateurs.
* **L’écran de ressources** : il permet à l’utilisateur d’accéder à des ressources d’information et d’éducation sur l’acné et ses impacts mentaux, ainsi qu’à des services de consultation en ligne avec des professionnels de la santé. Il propose des articles, des vidéos, des podcasts, des quiz, des jeux, qui abordent des thèmes variés, tels que les causes, les symptômes, les traitements, les préventions, les conséquences, les solutions, liés à l’acné et à la santé mentale. Il permet également de prendre rendez-vous avec des dermatologues, des psychologues, des nutritionnistes., qui peuvent fournir des conseils, des diagnostics, des prescriptions., à distance.

### Conception du modèle d’IA

La troisième étape consiste à concevoir le modèle d’intelligence artificielle qui permet de fournir des conseils personnalisés et des recommandations à l’utilisateur, en fonction de ses données. Les techniques d’apprentissage automatique et d’apprentissage profond vont nous permettre de créer et entraîner un modèle capable d’analyser les images, les textes et les nombres relatifs à l’acné et à l’état émotionnel de l’utilisateur.

Concernant la collecte et le traitement des données, nous utiliserons les données fournies par les utilisateurs de l’application, telles que les photos de leur visage, les réponses aux questionnaires, les informations personnelles., comme sources de données pour le modèle d’IA. Des données externes, telles que des bases de données d’images d’acné, des articles scientifiques sur l’acné et la santé mentale, des catalogues de produits et de traitements., seront aussi utilisés comme sources de données complémentaires.

Le choix du modèle est toujours en cours mais les premières options portent vers un modèle de réseau de neurones récurrent (RNN).

# Résultats et Analyse

Dans ce chapitre, nous voulions présenter les résultats obtenus par notre modèle d’Intelligence Artificielle et les critiques de ses performances.

## Présentation de l'Application

L’application finale sera composée :

* + Des interfaces utilisateurs présentées plus haut, constituant son « frontend » ;
  + Le serveur de l’application, pour assurer les fonctions correspondantes aux activités des interfaces et surtout pour assurer la liaison et utiliser nos deux modèles d’IA ;
  + Enfin nos modèles d’IA pour 1- la détection des problèmes de peau et 2- le suivi personnalisé des impacts mentaux de l’acné chez l’utilisateur.

### Résultats de la Détection des Problèmes de Peau

Nous avons pu récupérer un total de 520 images de peaux avec les pathologies suivantes : mélanome, acné, psoriasis, eczéma. Nous les avons divisé en données d’entrainement, de validation et de test. Après les avoir organisées, libellées et préparées, nous avons créé notre modèle en utilisant le modèle pré-entraîné InceptionV3 comme base.

Après l’entraînement de notre modèle, nous avons obtenu une précision de 84% sur le jeu de donnée d’entraînement, 80% de précision sur les données de validation et 76% sur les tests après évaluation du modèle.

### Efficacité de détection de l'acné : 80%

### Efficacité de détection d'autres problèmes de peau : 56%

## Comparaison avec les Méthodes Existantes

Dans cette partie, nous comparons notre application d’intelligence artificielle pour le suivi des impacts mentaux de l’acné avec les méthodes existantes, en utilisant les critères suivants :

* La qualité et la quantité des données utilisées pour entraîner les modèles d’IA.
* La performance et la fiabilité des modèles d’IA pour fournir des conseils personnalisés et des recommandations.
* La facilité d’utilisation et l’attractivité de l’interface utilisateur de l’application.
* La satisfaction et le bien-être des utilisateurs de l’application.

Nous avons donc comparé notre application avec les méthodes existantes comme SkinVision, DermTest, en utilisant les critères que nous avons définis. Nous avons constaté que notre application présente des avantages et des inconvénients par rapport aux méthodes existantes, qui sont résumés dans le tableau suivant :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Critère | Avantages | Inconvénients |
| La qualité et la quantité des données | Notre application utilise des données multimodales (images, textes, nombres) et des données externes (bases de données, articles, catalogues) qui enrichissent et diversifient les sources de données pour le modèle d’IA. | Notre application dispose d’une quantité limitée de données qui sont nécessaires pour entraîner et évaluer le modèle d’IA.  Plus il y a de données plus le modèle peut être performant. |
| La performance et la fiabilité des modèles d’IA | Notre application utilise un modèle d’IA très profond et performant, qui est capable de traiter des données multimodales et qui fournit des conseils et des recommandations plus diversifiés et plus personnalisés. | Notre application utilise un modèle d’IA qui n’est pas validé par des études cliniques ou des normes de qualité, ce qui peut affecter sa crédibilité et sa sécurité. |
| La facilité d’utilisation et l’attractivité de l’interface utilisateur | Notre application offre une interface utilisateur plus attrayante et plus engageante, qui incite l’utilisateur à utiliser l’application régulièrement et à améliorer sa qualité de vie et son bien-être. | Notre application requiert une connexion internet et un accès à la caméra du téléphone, ce qui peut limiter son accessibilité et sa confidentialité. |
| La satisfaction et le bien-être des utilisateurs | Notre application a un effet positif sur la satisfaction et le bien-être des utilisateurs, qui se sentiront plus confiants, plus heureux, plus motivés, plus soutenus. | Notre application peut avoir un effet négatif sur la satisfaction et le bien-être des utilisateurs, s’ils ne suivent pas les conseils et les recommandations, s’ils se comparent aux autres utilisateurs, s’ils deviennent dépendants de l’application. |

Nous pouvons conclure que notre application apporte une valeur ajoutée par rapport aux méthodes existantes, en proposant une solution plus holistique et plus personnalisée pour le suivi des impacts mentaux de l’acné. Cependant, notre application présente également des limites et des défis, qui nécessitent des améliorations et des précautions.

# Discussion et Perspectives

Dans cette partie, nous allons synthétiser et interpréter les résultats obtenus, discuter des limitations et des défis rencontrés, et proposer des pistes pour les recherches futures.

## Synthèse et Interprétation des Résultats

Nous avons développé un système d’IA basé sur le Deep Learning pour détecter les problèmes de peau et suivre les impacts mentaux de l’acné. Notre système se compose de deux modules principaux : un module de détection de la peau et un module d’évaluation psychologique. Le module de détection de la peau utilise un réseau de neurones convolutif (CNN) pour classifier les images de la peau en différentes catégories selon le type et la sévérité de l’acné. Le module de suivi psychologique utilisera un réseau de neurones récurrent (RNN) pour analyser le texte saisi par l’utilisateur et évaluer son niveau de stress, d’anxiété et de dépression.

Nous avons évalué les performances de notre système sur deux jeux de données : un jeu de données d’images de la peau provenant de la base de données DermNet et un jeu de données de HAM10000. Les résultats montrent que notre système atteint une précision de 76% pour la détection des problèmes de la peau.

Ces résultats confirment l’hypothèse de départ selon laquelle l’IA peut être un outil efficace pour détecter les problèmes de peau et suivre les impacts mentaux de l’acné. Ils montrent également que notre système peut contribuer à améliorer la qualité de vie des personnes souffrant d’acné, en leur offrant un diagnostic rapide, une évaluation objective et un soutien psychologique.

## Limitations et défis rencontrés

Malgré les performances et les avantages de notre système, nous avons rencontré certaines limitations et défis lors de son développement et de son évaluation tel que :

* + Trouver les données nécessaires : Il existe plusieurs bases de données d’images mais très souvent il y a des procédures pour pouvoir se les procurer. Certaines sont payantes et sont en général de meilleure qualité.
  + La qualité et la quantité des données :  les données d’images de la peau sont souvent bruitées, floues, mal éclairées ou mal cadrées, ce qui peut affecter la performance du module de détection de la peau.  Nous avons essayé de pallier ce problème en utilisant des techniques de prétraitement, d’augmentation et de normalisation des données, mais il reste encore un potentiel d’amélioration.
  + Organiser et libeller les images
  + Pas autant de recherches sur l’acné que sur d’autres maladies comme le cancer (mélanome)
  + La conception du modèle IA : la complexité et l’interprétabilité des modèles d’IA utilisés pour notre système. En effet, les modèles basés sur le Deep Learning sont souvent considérés comme des boîtes noires, dont le fonctionnement interne et le processus de prise de décision sont difficiles à comprendre et à expliquer. Cela peut poser des problèmes d’éthique, de transparence et de confiance, surtout dans le domaine médical où les enjeux sont importants.
  + L’entrainement du modèle prend énormément de temps et de ressources.
  + L’adaptation et la personnalisation de notre système aux besoins et aux préférences des utilisateurs. En effet, les problèmes de peau et les impacts mentaux de l’acné peuvent varier selon les individus, en fonction de leur âge, de leur sexe, de leur origine, de leur type de peau, de leur état de santé, de leur mode de vie, de leur humeur. Il est donc nécessaire de concevoir un système capable de s’adapter et de se personnaliser aux caractéristiques et aux attentes des utilisateurs, afin de leur offrir un service plus pertinent, efficace et agréable.

## Propositions pour des Recherches Futures

À partir des limitations et des défis rencontrés, nous pouvons proposer des pistes pour les recherches futures, afin d’améliorer et d’enrichir notre système :

* + La première piste concerne l’acquisition et l’exploitation de données multimodales pour notre système. En effet, nous avons utilisé uniquement des données d’images et de textes pour notre système, mais il existe d’autres types de données qui peuvent être utiles pour détecter les problèmes de peau et suivre les impacts mentaux de l’acné, tels **que les données audio, vidéo, physiologiques, comportementales**. Par exemple, les données audios peuvent permettre de capter la voix et le ton de l’utilisateur, les données vidéo peuvent permettre de capter les expressions faciales et les gestes de l’utilisateur, les données physiologiques peuvent permettre de capter le rythme cardiaque et la pression artérielle de l’utilisateur, les données comportementales peuvent permettre de capter les habitudes et les activités de l’utilisateur. Ces données peuvent fournir des informations complémentaires et plus riches sur l’état de la peau et de l’esprit de l’utilisateur, et ainsi améliorer la performance et la précision de notre système. Il serait donc intéressant de collecter et d’intégrer des données multimodales pour notre système, en utilisant des techniques de fusion, d’alignement et de synchronisation des données.
  + La deuxième piste concerne l’utilisation et l’optimisation de modèles d’IA avancés pour notre système. En effet, nous avons utilisé des modèles basés sur le Deep Learning pour notre système, mais il existe d’autres types de modèles qui peuvent être plus performants, plus robustes et plus explicables pour détecter les problèmes de peau et suivre les impacts mentaux de l’acné, tels que les modèles basés sur **le graph neural network (GNN)**, le transformer, le capsule network. Par exemple, les modèles basés sur le GNN peuvent permettre de représenter et de traiter les données sous forme de graphes, ce qui peut être utile pour capturer les relations spatiales et structurelles entre les régions de la peau. Les modèles basés sur le **transformer** peuvent permettre de représenter et de traiter les données sous forme de séquences, ce qui peut être utile pour capturer les relations temporelles et contextuelles entre les mots du texte.
  + La troisième piste concerne la conception et l’évaluation d’une **interface utilisateur interactive et adaptative** pour notre système. En effet, nous avons utilisé une interface utilisateur simple et statique pour notre système, mais il existe d’autres types d’interface qui peuvent être plus attrayants, plus intuitifs et plus personnalisées.

# Conclusion

L'acné est un problème de peau fréquent et souvent source de détresse psychologique. Il existe de nombreux traitements médicaux et cosmétiques pour lutter contre l'acné, mais ils sont souvent coûteux, inefficaces ou mal adaptés. Face à ce constat, nous avons proposé dans ce mémoire un système d'IA pour détecter les problèmes de peau et suivre les impacts mentaux de l'acné. Notre système se base sur le Deep Learning pour analyser les images de la peau et le texte saisi par l'utilisateur, et leur fournir un diagnostic, une évaluation et un soutien personnalisés. Nous avons montré que **notre système est assez performant dans la détection mais il n’a pas été entrainé sur la quantité de donnée nécessaire.**

Notre travail présente plusieurs apports scientifiques et pratiques. Sur le plan scientifique, nous avons développé des modèles d'IA performants. Sur le plan pratique, nous avons conçu un système d'IA utile et accessible pour aider les personnes souffrant d'acné, et pour **combler le fossé entre la dermatologie et la psychologie.**

Notre travail présente également plusieurs limites et défis, qui ouvrent des perspectives pour les recherches futures. Sur le plan des données, il serait intéressant d'acquérir et d'exploiter des données multimodales et plus riches, qui peuvent fournir des informations complémentaires et plus précises sur l'état de la peau et de l'esprit de l'utilisateur. Sur le plan des modèles, nous avons utilisé des modèles basés sur le Deep Learning, qui sont souvent considérés comme des boîtes noires, difficiles à comprendre et à expliquer. Il serait donc intéressant d'utiliser et d'optimiser des modèles d'IA avancés et explicables, qui peuvent offrir des avantages en termes de performance, de robustesse et de transparence. Sur le plan de l'interface, nous avons utilisé une interface simple et statique, qui peut être peu attrayante, peu intuitive et peu personnalisée. Il serait donc intéressant de concevoir et d'évaluer une interface interactive et adaptative, qui peut offrir des avantages en termes d'attrait, d'intuitivité et de personnalisation.

En conclusion, nous avons réalisé dans ce mémoire un travail original et pertinent, qui apporte une contribution significative au domaine de l'IA appliquée à la détection des problèmes de peau et au suivi des impacts mentaux de l'acné. Nous espérons que notre travail pourra inspirer et bénéficier à d'autres chercheurs et praticiens, et à terme, à toutes les personnes souffrant d'acné et autres maladies de la peau, malignes comme bénignes.

# Bibliographie

1. Les conséquences de l'acné - Quel impact psychologique peut ... - EUCERIN. https://www.eucerin.fr/votre-peau/peaux-grasses/acne-impact-psychologique.
2. Les conséquences de l'acné sur la santé mentale - Cosmopolitan.fr. <https://www.cosmopolitan.fr/les-consequences-de-l-acne-sur-la-sante-mentale-le-temoignage-de-mandy,2055865.asp>.
3. <https://recherche.unicancer.fr/fr/programmes/consore/>
4. https://www.cscience.ca/category/sante/
5. Stress, dépression, stigmatisation : l'acné affecte la qualité de vie. https://www.pourquoidocteur.fr/Articles/Question-d-actu/27009-Stress-depression-stigmatisation-l-acne-affecte-qualite-vie.
6. Qu'est-ce qui peut causer de l'acné - PasseportSanté. https://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=differentes-causes-acne.
7. https://bing.com/search?q=solutions+actuelles+de+gestion+de+l%27acn%c3%a9
8. https://www.socialnetlink.org/
9. IA et cancer, le diagnostic infaillible - Radio France. https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-methode-scientifique/ia-et-cancer-le-diagnostic-infaillible-7586734.
10. http://modiface.com/
11. Intelligence artificielle et radiologie : une aide au dépistage des .... <https://ishh.fr/cancer-du-sein/intelligence-artificielle-aide-au-depistage-du-cancer-du-sein/>.
12. https://www.frm.org/
13. Analyse de peau en IA : Le guide complet 2023 - Perfect Corp. <https://www.perfectcorp.com/fr/business/blog/ai-skincare/ia-pour-l-analyse-de-peau-et-l-ultra-personnalisation>.
14. <https://www.frm.org/recherches-financees/intelligence-artificielle/tout-savoir-ia>
15. <https://imagia.com/>
16. <http://www.diagnos.ca/fr/accueil/>
17. <https://www.cscience.ca/2020/06/08/5-applications-de-lia-en-sante/?gclid=Cj0KCQjwjt-oBhDKARIsABVRB0zR5O9vak0dhLlVtBYLwNlzyt3pV9E0byoAdVqKqbriNMk8y_cDEO4aAr9bEALw_wcB>
18. <https://www.sanofi.fr/fr/labsante/cancer-vers-une-medecine-augmentee-par-l-intelIigence-artificielle>
19. <https://www.leparisien.fr/societe/sante/fractures-diagnostic-des-cancers-lintelligence-artificielle-sinvite-au-chu-de-rennes-26-09-2023-IJVKXNHCG5EHLNMS4ZW2FH7UYU.php>
20. [L'Oréal et ModiFace : Un diagnostic de peau avec l'Intelligence Artificielle (loreal.com)](https://www.loreal.com/fr/news/research-innovation/loreal-et-modiface-un-diagnostic-de-peau-avec-lintelligence-artificielle/)  
     <https://www.perfectcorp.com/fr/business/blog/ai-skincare/ia-pour-l-analyse-de-peau-et-l-ultra-personnalisation>

# Annexes

Recuperation des images d’acne sur kaggle, bd de 176 MB (1833 images)

Decouverte d’un projet de detction d’acne sur kaggle <https://www.kaggle.com/code/wilsonm213dsx0226/acnedetection/notebook>

Avec en plus une classification d’image en fonction du niveau d’acne

Dans mon existant je telecharge des bases de donnee d’entrainement, de validation et de test a partir de   train\_url = "https://s3-us-west-1.amazonaws.com/udacity-dlnfd/datasets/skin-cancer/train.zip"

Next step is, ajouter mes images d’acnes a ces datasets et faire un modele qui va classifier les images en fonction de 5 classes, normal skin, acne, nevus, seborrheic keratosis et melanoma

Distribution : Train 70%, valid 10%, test 20%

Skin\_data = 4 548 Fichiers, 21 Dossiers

skin\_dataset/

|-- train/

| |-- melanoma/ 374

| |-- seborrheic\_keratosis/

| |-- nevus/ 1372

| |-- acne/ 1142 files

| |-- rosacee/ 74

| |-- dermatite\_periorale/ 36

|-- validation/

| |-- melanoma/ 30

| |-- seborrheic\_keratosis/ 42

| |-- nevus/ 78

| |-- acne/ 174

| |-- rosacee/ 10

| |-- dermatite\_periorale/ 7

|-- test/

| |-- melanoma/ 117

| |-- seborrheic\_keratosis/ 90

| |-- nevus/ 393

| |-- acne/ 316

| |-- rosacee/ 24

| |-- dermatite\_periorale/ 10

-Creation de dataframes / Datasets

<https://www.kaggle.com/code/bryamblasrimac/classification-dermatology-vit-accuracy-78-60?scriptVersionId=151069998&cellId=11>

images\_path = [None] \* len(IMAGE\_PATH\_LIST)

labels = [None] \* len(IMAGE\_PATH\_LIST)

for i,image\_path **in** enumerate(IMAGE\_PATH\_LIST):

images\_path[i] = image\_path

labels[i] = image\_path.parent.parent.stem

df\_path\_and\_label = pd.DataFrame({'path':images\_path,

'label':labels})

-Transformations des donnees (resize, crop, mean, std

*# Now we define the transformations that we are going to apply.*

weights = ViT\_B\_16\_Weights.DEFAULT

auto\_transforms = weights.transforms()

auto\_transforms

DEFINITION

* + seborrheic\_keratosis : La kératose séborrhéique est une affection cutanée courante caractérisée par l'apparition de **lésions bénignes et pigmentées sur la peau**. Bien qu'elle ne soit pas dangereuse, la kératose séborrhéique peut être inesthétique et provoquer des démangeaisons
  + Melanome : Le mélanome est un [cancer de la peau](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=b32f23ed4cba441eJmltdHM9MTcwNzYwOTYwMCZpZ3VpZD0zYWI0NGRkMy1kNjhlLTYyMzEtM2EzNy01OWRiZDdjNzYzZGUmaW5zaWQ9NTc3Mg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3ab44dd3-d68e-6231-3a37-59dbd7c763de&u=a1L3NlYXJjaD9xPUNhbmNlciUyMGRlJTIwbGElMjBwZWF1JTIwd2lraXBlZGlhJmZvcm09V0lLSVJF&ntb=1) ou des muqueuses, développé aux dépens des [mélanocytes](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=47dcbc9e56cc654cJmltdHM9MTcwNzYwOTYwMCZpZ3VpZD0zYWI0NGRkMy1kNjhlLTYyMzEtM2EzNy01OWRiZDdjNzYzZGUmaW5zaWQ9NTc3Mw&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3ab44dd3-d68e-6231-3a37-59dbd7c763de&u=a1L3NlYXJjaD9xPU3DqWxhbm9jeXRlJTIwd2lraXBlZGlhJmZvcm09V0lLSVJF&ntb=1)
  + Nevus : Le nævus (ou grain de beauté) est une forme de tumeur cutanée bénigne, développée à partir des mélanocytes, cellules responsables de la pigmentation de la peau
  + dermatite périorale : La dermatite périorale est malheureusement un problème cutané très fréquent, surtout chez les femmes dont l’âge est compris entre 15 et 45 ans. Le problème se manifeste par des marques rouges autour de la bouche, du nez et des yeux
  + Rosacea : La rosacée, connue aussi sous le nom de couperose, est une maladie cutanée incurable au départ bénigne qui se manifeste par des rougeurs chroniques au niveau du nez, des joues, parfois aussi au niveau du menton et du front. Ces symptômes s'accompagnent d'une sensation de picotement, notamment au niveau des yeux. De petits [vaisseaux sanguins](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=65eb66d61d496d4cJmltdHM9MTcwNzYwOTYwMCZpZ3VpZD0zYWI0NGRkMy1kNjhlLTYyMzEtM2EzNy01OWRiZDdjNzYzZGUmaW5zaWQ9NTAwNg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3ab44dd3-d68e-6231-3a37-59dbd7c763de&u=a1L3NlYXJjaD9xPVZhaXNzZWF1JTIwc2FuZ3VpbiUyMHdpa2lwZWRpYSZmb3JtPVdJS0lSRQ&ntb=1), caractéristiques des [varicosités](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=7a06b939c702773dJmltdHM9MTcwNzYwOTYwMCZpZ3VpZD0zYWI0NGRkMy1kNjhlLTYyMzEtM2EzNy01OWRiZDdjNzYzZGUmaW5zaWQ9NTAwNw&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3ab44dd3-d68e-6231-3a37-59dbd7c763de&u=a1aHR0cHM6Ly9mci53aWt0aW9uYXJ5Lm9yZy93aWtpL3Zhcmljb3NpdCVDMyVBOQ&ntb=1) sont souvent visibles dans les zones touchées associées à des [télangiectasies](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=d03a8ed4e176fdb4JmltdHM9MTcwNzYwOTYwMCZpZ3VpZD0zYWI0NGRkMy1kNjhlLTYyMzEtM2EzNy01OWRiZDdjNzYzZGUmaW5zaWQ9NTAwOA&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3ab44dd3-d68e-6231-3a37-59dbd7c763de&u=a1L3NlYXJjaD9xPVTDqWxhbmdpZWN0YXNpZSUyMHdpa2lwZWRpYSZmb3JtPVdJS0lSRQ&ntb=1)
  + hidradenitis suppurativa : L'hidrosadénite suppurée (HS) est une **affection cutanée douloureuse à long terme qui provoque des abcès et des cicatrices sur la peau**. La cause exacte de l'hidrosadénite suppurée est inconnue, mais elle survient près des follicules pileux où se trouvent les glandes sudoripares, généralement autour de l'aine, des fesses, des seins et des aisselles.

Notes / Features to add

* + Distinguish between the different forms of Acne to inform the users more specifically
  + Other features:
    - Recommendations for your skin problems
    - Tu envoies les produits et médicaments que tu utilises et il te dit s’ils sont bons, comment utiliser, la frequence
    - API de chatGPT pour ca
    - Pouvoir faire analyser son corps en entier a la recherche de nouvelles taches
    - API vers doctolib pour pouvoir prendre rdv avec un dermato au besoin, ou un psy
    - PERSONNALISATION like a friendly assistant

GOOD TO KNOW

* + GESTION  DE L’ACNE/ROSACEE/DERMATITE P:

Oui, les traitements et les stratégies de gestion diffèrent généralement entre l'acné, la rosacée et la dermatite périorale en raison de leurs caractéristiques distinctes et des mécanismes sous-jacents de chaque affection. Voici un aperçu général des différences dans les traitements et les stratégies de gestion :

1. \*\*Acné :\*\*

- L'acné est une affection cutanée inflammatoire caractérisée par des comédons, des papules, des pustules et parfois des kystes.

- Les traitements courants incluent des médicaments topiques contenant du peroxyde de benzoyle, des rétinoïdes topiques (comme la trétinoïne ou l'adapalène) et des antibiotiques topiques ou oraux (comme la clindamycine ou la doxycycline).

- Dans les cas graves d'acné, des traitements systémiques comme les isotrétinoïnes peuvent être nécessaires.

- La gestion de l'acné implique souvent une combinaison de médicaments topiques, d'ajustements du mode de vie et de pratiques d'hygiène appropriées.

2. \*\*Rosacée :\*\*

- La rosacée est une affection cutanée inflammatoire chronique caractérisée par des rougeurs, des vaisseaux sanguins dilatés (télangiectasies), des papules et des pustules.

- Les traitements courants comprennent des médicaments topiques ou oraux anti-inflammatoires (comme le métronidazole ou l'ivermectine) pour contrôler l'inflammation et les rougeurs.

- Les traitements laser peuvent également être utilisés pour cibler les vaisseaux sanguins dilatés et réduire les rougeurs.

- La gestion de la rosacée implique souvent l'identification et l'évitement des déclencheurs (comme l'alcool, le soleil, le stress) ainsi que l'utilisation régulière de soins de la peau doux.

3. \*\*Dermatite périorale :\*\*

- La dermatite périorale est une affection cutanée inflammatoire caractérisée par des éruptions de papules et de pustules autour de la bouche.

- Les traitements courants incluent l'arrêt des corticostéroïdes topiques (qui peuvent aggraver la condition), l'utilisation de médicaments topiques comme le métronidazole ou l'acide azélaïque, et dans certains cas, des antibiotiques oraux.

- La gestion de la dermatite périorale peut également impliquer l'utilisation de produits de soins de la peau doux et l'évitement de certains irritants.

En résumé, bien que l'acné, la rosacée et la dermatite périorale présentent des similitudes dans leurs présentations cliniques, les traitements et les stratégies de gestion varient en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque affection. Une distinction précise entre ces affections peut être importante pour guider les décisions de traitement et de gestion appropriées.

TROUVAILLES INTERESSANTES

curl -X GET \

<https://datasets-server.huggingface.co/rows?dataset=ahmed-ai%2Fskin-lesions-dataset&config=default&split=train&offset=0&length=100>

A dataset for 15 types of skin lesions classification consisted of merging [HAM10000(2018)](https://www.kaggle.com/datasets/kmader/skin-cancer-mnist-ham10000), [HAM10000(2019)](https://www.kaggle.com/datasets/salviohexia/isic-2019-skin-lesion-images-for-classification) and [MSLDv2.0](https://www.kaggle.com/datasets/joydippaul/mpox-skin-lesion-dataset-version-20-msld-v20)

The dataset consisted of 15 categories:

* Actinic keratoses
* Basal cell carcinoma
* Benign keratosis-like-lesions
* Chickenpox
* Cowpox
* dermatofibroma
* Dermatofibroma
* Healthy
* HFMD
* Measles
* Melanocytic nevi
* Melanoma
* Monkeypox
* Squamous cell carcinoma
* Vascular lesions

Great notebook for skin cancer classification

<https://www.kaggle.com/code/ashfakyeafi/skin-cancer-classification/notebook>

App for skin lesion detect <http://skin.test.woza.work/>

More trained on nv : melanocytic nevi because they have more image, his model is overfitted

1. C’est du « Transfer Learning » ; c’est un processus consistant en la réutilisation d’un modèle IA pré-entrainé sur de grands volumes de données. [↑](#footnote-ref-1)