

INTERFACES DANS L'ORGANISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTION

INTERFACES IN PRODUCTION SYSTEMS ORGANIZATION

INTERFEȚE ÎN ORGANIZAREA SISTEMELOR DE PRODUCȚIE

CZU: 004.5

<https://doi.org/10.56329/1810-7087.23.2.16>

LECT. UNIV. DANIELA ISTRATI

[HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-1607-9273](https://orcid.org/0000-0002-1607-9273)

MAÎTRE DE CONF., DR. IGOR CALMÎCOV

[HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-4017-3702](https://orcid.org/0000-0002-4017-3702)

PROFESSEUR DES UNIV., DR. VASILE MORARU

[HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-6400-1374](https://orcid.org/0000-0002-6400-1374)

DÉPARTEMENT INFORMATIQUE ET INGÉNIERIE DES SYSTÈMES

MAÎTRE DE CONF., DR. SERGIU ZAPOROJAN

[HTTPS://ORCID.ORG/0000-0001-5928-4229](https://orcid.org/0000-0001-5928-4229)

DÉPARTEMENT GÉNIE LOGICIEL ET AUTOMATIQUE

UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE MOLDAVIE

ABSTRACT

This paper aims to present a concept of a user interface system. First, the main elements of the interaction dimension within an HMI interface are described. Being an essential part of HMI interface dimensions, these elements are used in the development and implementation of the interfaces in the organization of modern production systems. Then, a conceptual framework regarding the user interface design is explained. This approach offers the possibility to adapt the quadratic programming module to access web resources specialized in making calculations related to human resource planning. Finally, the human resource management web application is provided, being an integral part of the conceptual architecture of the user interface, accessible to managers and employees of the enterprise, having different access rights. The days-off scheduling interface is low-cost and it is implemented with the support of web technologies that make it accessible from any device (phone or personal computer) connected to the Internet. This feature defines the accessibility and portability of the application and it will become an essential asset for the managers and employees of the company, where it will be used.

Keywords: *human-machine interaction; production systems; human resources scheduling; optimization; interface; web application.*

RÉSUMÉ

Le but de cet article est de présenter un concept de système d'interface utilisateur et d'analyser les éléments principaux de la dimension interaction, au sein d'une interface HMI, qui sont utilisés dans son élaboration et sa mise en œuvre dans l'organisation des systèmes de production modernes. On va adopter une approche conceptuelle de la construction d'interfaces utilisateur, qui offre la possibilité d'adapter le module de programmation quadratique pour accéder à des ressources web spécialisées dans la réalisation des calculs liés à la planification des ressources humaines. Cependant, la description de l'application Web de gestion des ressources humaines est présentée, comme faisant partie intégrante de l'architecture conceptuelle de l'interface utilisateur, accessible aux gérants et aux employés de l'entreprise avec différents droits d'accès. L'interface de planification des jours de repos est peu coûteuse, mise en œuvre avec le support des technologies web, ce qui la rend accessible depuis n'importe quel appareil (téléphone ou ordinateur personnel) connecté à Internet. Ce fait définit l'accessibilité et la portabilité de l'application, apportant un avantage essentiel aux gestionnaires et employés de l'entreprise, où elle sera utilisée.

Mots clés: *interaction homme-machine; systèmes de production; planification des ressources humaines; optimisation; interface; application Web.*

REZUMAT

În acest articol este prezentată o rezolvare a sistemului interfață-utilizator. Sunt analizate elementele principale ale dimensiunii interacțiune, din cadrul unei interfețe HMI, utilizate în dezvoltarea și implementarea lor în organizarea sistemelor de producție moderne. Este prezentată o abordare conceptuală pentru construirea interfețelor utilizator. Aceasta oferă posibilitatea adaptării modulului de programare pătratică pentru accesarea resurselor web specializate în realizarea calculului aferent planificării resursei umane. Totodată, este prezentată descrierea aplicației web de management al resursei umane, ca parte integrantă a arhitecturii conceptuale a interfeței utilizator, accesibilă managerilor și angajaților întreprinderii, cu drepturi de acces diferite. Interfața de planificare a zilelor de odihnă este low-cost, implementată cu suportul tehnologiilor web, ce o face accesibilă de pe orice dispozitiv (telefon sau calculator personal) conectat la rețeaua internet. Acest fapt definește accesibilitatea și portabilitatea aplicației, aducând un esențial avantaj pentru managerii și angajații companiei, unde va fi utilizată.

Cuvinte-cheie: *interacțiune om-mașină; sisteme de producție; planificare resurse umane; optimizare; interfață; aplicație web.*

Introduction. Le développement accéléré de l'industrie de l'ère industrielle à l'ère de l'information au cours des dernières décennies a été ressenti dans tous les domaines, de l'automatisation à l'éducation [1] et l'interaction homme-machine (ou HMI, human-machine interaction) a considérablement changé, étant en constante évolution. Le HMI a été témoin

de l'évolution d'un simple appui sur un bouton vers des jumeaux numériques, et les termes Industrie 4.0 ou entreprises IoT (l'Internet des objets) sont les facteurs importants de leur développement continu [2]. L'industrie 1.0, considérée la première étape de la révolution industrielle, était basée sur la mécanisation et a donné naissance à la fabrication moderne telle

que nous la connaissons. L'ère de l'industrie 2.0 a apporté avec elle une optimisation de la production de masse à l'aide des lignes d'assemblage et de la division du travail. La base de l'industrie 3.0 est le développement des PLC (automates programmables), et l'utilisation intensive de l'électronique et des technologies de l'information, a conduit à la perfection de l'automatisation et de la numérisation de la fabrication. Et finalement, l'Industrie 4.0 constitue une étape de ce développement, dans laquelle les machines interagissent avec les ouvriers (ou HMI), en vue de gestion de la fabrication, planification des ressources, collecte et analyse de données, etc. À travers le développement de l'application de l'Intelligence Artificielle, de l'accès direct aux données via les systèmes IoT, les chefs des entreprises ont la possibilité d'augmenter la productivité et d'améliorer les processus, de contrôler et de comprendre tous les aspects de leurs opérations [3]. Le progrès des ordinateurs des années 1970 - 1980 a conduit à l'apparition des systèmes permettant de gérer un large éventail d'activités. Actuellement, la vision de l'Industrie 4.0 se reflète principalement dans le concept et le développement des usines

intelligentes, qui sont la référence pour les systèmes de production de nouvelle génération, appelés Smart Manufacturing Systems (SMS) et Cyber-Physical Production Systems (CPPS), où les mondes physique et numérique fonctionnent ensemble et où se déroulent des processus commerciaux collaboratifs et des interactions hommes-machines, souvent appelées interactions sociotechniques [2].

Analyse des éléments fondamentaux de la composante interaction. La nature de l'interaction homme-machine dans l'Industrie 4.0 est définie notamment par la taille de l'interaction, qui peut à son tour être divisée en quatre catégories de définition : le lieu et les moyens d'interaction, les interfaces utilisateur exploitées et les objectifs de l'interaction [4]. La figure 1 fournit un aperçu complet de la composante Interaction, y compris une énumération détaillée des attributs qui spécifient les catégories de troisième niveau. La partie d'interaction « localisation de l'interaction » analyse la localisation intra-firme de le HMI par rapport à la structure organisationnelle, c'est-à-dire les unités fonctionnelles et la localisation physique de l'interaction. Ce dernier peut être fixé à un lieu de travail spécifique où le HMI apparaît.

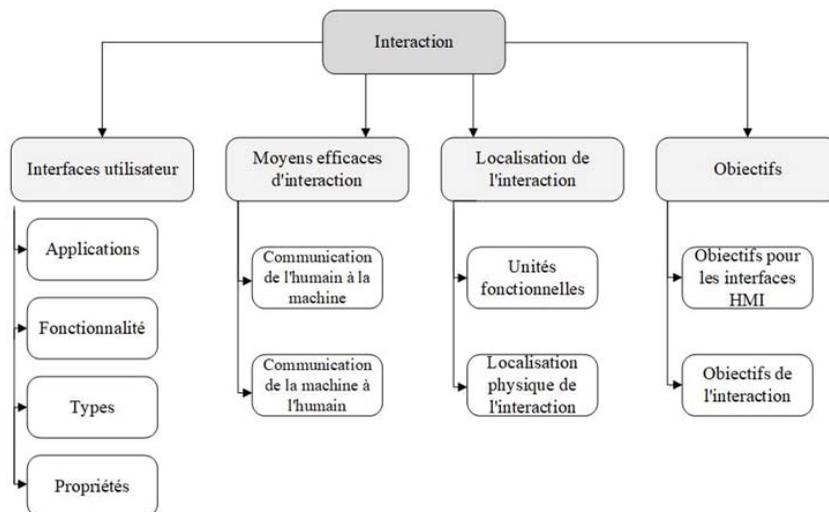


Figure 1. HMI dans l'industrie 4.0 - les éléments déterminants pour la composante Interaction

Source: A Survey on Human-Machine Interaction in Industry 4.0. © 2020 [4]

Pour l'environnement de fabrication, les implications de l'industrie 4.0 pour les processus HMI sont également analysées en ce qui concerne les opérations logistiques, à la fois internes et au-delà des frontières de l'entreprise. Un aspect décisif dans la conception des modules HMI pour les systèmes de production modernes dans l'industrie 4.0 est le moyen efficace d'interaction ou de communication bidirectionnelle. Dans ce contexte, on peut distinguer deux principaux types de communication: la communication homme-machine (human-to-machine H2M), et la communication de machine à homme (machine-to-human M2H), comme par exemple: écran multi-tactile; commande vocale; reconnaissance des gestes/expressions faciales; eye gaze (eye tracking). Des moyens de communication et d'interaction plus intuitifs ont également été établis pour la communication industrielle HMI sous la forme d'interfaces tactiles, d'interfaces en langage naturel, c'est-à-dire de commande vocale, de commande gestuelle, y compris les machines imitant le mouvement humain ou encore l'interaction par le regard humain, mis en œuvre par la machine qui suit et interprète dans le champ de vision de l'utilisateur.

Les processus HMI dans l'Industrie 4.0, en référence aux avantages pour les utilisateurs, visent à améliorer les conditions de travail des employés et à réduire l'exclusion professionnelle, donc l'exclusion sociale, par exemple en compensant le déclin des capacités cognitives et physiques des salariés âgés, en garantissant l'employabilité. Les conditions de travail, en ce sens, incluent divers facteurs tels que la santé au travail, l'ergonomie et le niveau de sécurité sur le lieu de travail. Par conséquent, le développement d'interfaces utilisateur vise des interfaces qui présentent des capacités d'adaptation et d'apprentissage, de sorte qu'en fin de compte, les interfaces utilisateur s'adaptent avec précision

au contexte situationnel actuel au moment de l'exécution.

Une grande attention dans la recherche liée à le HMI dans l'industrie 4.0 doit être portée aux interfaces utilisateur, en termes de caractéristiques, de types, de fonctionnalités et de scénarios d'application, ces derniers étant larges et divers. Des interfaces sont mises en œuvre pour les processus HMI dans la planification, la conception et la simulation de scénarios lors du développement des produits, dans la formation, la surveillance et le contrôle qualité, ainsi que dans les activités de maintenance. En général, les interfaces utilisateur appelées interfaces utilisateur naturelles sont destinées à faciliter et à promouvoir les processus HMI dans l'industrie 4.0. En particulier, les interfaces mettant en œuvre la réalité virtuelle ou la réalité augmentée, ont reçu une attention particulière parmi les recherches liées à l'Industrie 4.0.

Approche conceptuelle HMI. Lors du développement dans le cadre de l'Industrie 4.0, la production s'est caractérisée au cours de la dernière décennie principalement par la mise en réseau et l'intégration de diverses entités industrielles telles que des capteurs, des machines-outils, des robots ou des systèmes de transport. En conséquence, les systèmes de fabrication permettent de surveiller et de contrôler les processus et les composants physiques tout en maintenant une grande flexibilité. Grâce à cette capacité, les systèmes de fabrication modernes interagissent avec les mondes physiques et numériques. Dans la recherche comme dans l'industrie, les tendances modernes commencent à se concentrer autour des objectifs fondés sur des valeurs telles que la résilience, la durabilité et l'approche centrée sur l'homme. Cependant, la forte individualisation des produits et des processus de fabrication, ainsi que l'environnement de production

en constante évolution, conduisent à une complexité croissante des activités humaines dans le système de production. Un tel système de production volatil avec des processus flexibles, des éléments reconfigurables et des exigences élevées en matière de travail humain conduit à la nécessité d'interfaces homme-machine évolutives, flexibles et donc mobiles pour interagir et faire fonctionner simultanément différentes machines. Au fil du temps, les interfaces ont évolué d'un affichage autonome des KPI (Key Performance Indicator), à des systèmes interactifs d'aide à la décision au niveau de l'entreprise. Le système homme-machine-environnement prend forme dans un système homme-TIC-environnement, où l'interface homme-machine devient évoluée et intelligente, assurant une ergonomie cognitive optimale pour l'utilisateur. Dans certains cas, les interfaces sont présentées comme des outils d'aide à la décision opérationnelle, et dans d'autres cas, elles représentent même des outils d'aide à la décision stratégique, tandis que d'autres définissent une interface comme un outil qui doit être adapté à un type de décision ou d'objectif spécifique [5].

À la base du processus de conception des interfaces se trouve des principes multiples. Les interfaces sont créées en fonction du domaine auquel elles s'appliqueront ultérieurement : soit dans l'automatisation des bâtiments, les systèmes IoT ou la gestion de l'information. Il existe plusieurs exigences pour les interfaces : elles ne doivent afficher que des informations nécessaires, les informations affichées sont collectées à partir de plusieurs sources, les informations sont communiquées à l'utilisateur de manière succincte et significative.

Après avoir déterminé les informations à afficher, le problème suivant est de savoir comment afficher ces informations. Un

détail important à considérer est l'utilisation de graphiques avec marqueurs pour une communication visuelle claire entre le système et l'utilisateur. Le modèle d'interface utilisateur est un composant fondamental d'un système adaptatif. L'objectif principal est de fournir à l'utilisateur, en tant que produit final, des interfaces adaptables, tout en répondant à ses exigences, réalisées en fonction de son contexte d'utilisation.

Le modèle d'interface de suivi des flux de ressources humaines présenté dans cet article est adapté à une application dans un environnement de PME (petites et moyennes entreprises) et se concentre sur divers services. Bien que cela semble si simple, l'application peut aider l'utilisateur et le développeur à surveiller le flux des ressources humaines dans l'entreprise sans définir de nombreuses configurations qui peuvent ne pas être nécessaires au début de la mise en œuvre. L'interface web est conçue et réalisée sur la base de la description du problème recherché et des exigences d'une solution possible, sur la base des principes de conception d'interface. L'interface peut fournir une visualisation et une récupération des données ainsi que des outils qui prennent en charge l'interprétation des données dans la prise de décision. La cible du suivi est limitée par la taille d'une entreprise, de sorte que le modèle conceptuel de l'interface de suivi des flux de ressources humaines dans l'entreprise, présenté dans l'article, convienne aux organisations qui en sont au stade précoce de mise en œuvre. Ce modèle de conception d'interface inclut le composant qui doit apparaître à l'écran en fonction des exigences de suivi des flux de ressources humaines.

La figure 2 montre l'architecture conceptuelle de l'interface proposée qui assure l'intégration du modèle de planification de jours libres consécutifs.

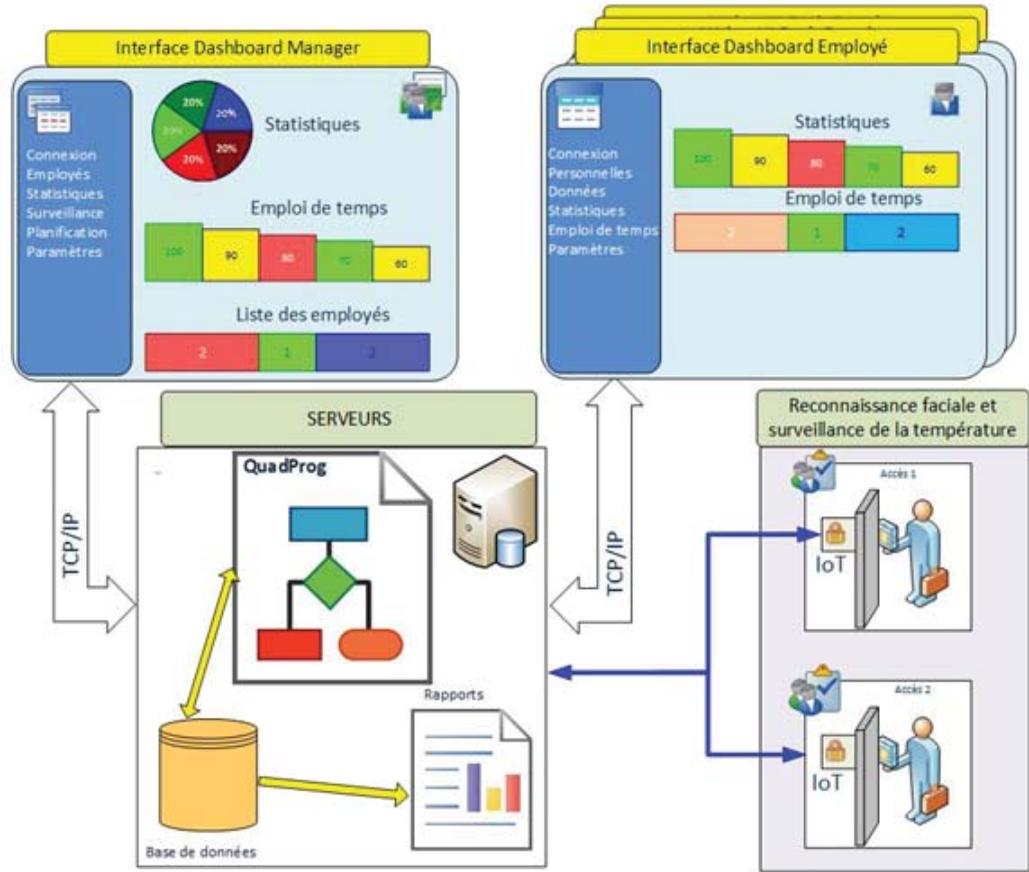


Figure 2. Architecture conceptuelle de l'interface

Source: Élaborée par les auteurs

Cette architecture conceptuelle offre également, un avantage essentiel à travers la possibilité de récupérer des données à partir d'appareils IoT intégrés dans un système de surveillance et de validation de l'accès des ressources humaines dans le bâtiment, via la reconnaissance faciale. Pour les deux types d'utilisateurs sont accessibles des informations personnelles (qui permettent de classer les utilisateurs, selon leurs caractéristiques personnelles), des rôles, qui visent à identifier l'utilisateur – employé/administrateur. Lorsque les utilisateurs se connectent, ils seront dirigés vers l'interface en fonction de leurs préférences.

Pour identifier l'utilisateur et le connecter à la session, un identifiant d'utilisateur est utilisé. La section des informations personnelles vise à classer les utilisateurs selon leurs rôles, leurs objectifs de visionnage ou encore selon leurs compétences et aptitudes. La rubrique rôle des utilisateurs vise à classer les utilisateurs selon leurs rôles (l'application étant accessible aux responsables de l'entreprise et aux employés ayant des droits d'accès différents). Ainsi, chaque ouvrier peut programmer, pour personnaliser sa semaine de travail à venir, en indiquant les jours de repos qu'il souhaite et visualiser les jours ouvrés indiqués par l'employeur, selon le besoin.

Application web de gestion des ressources humaines. L'un des objectifs principaux du concept d'interface est de fournir des connexions entre les applications IoT, par exemple, en

prenant leurs données de sortie comme données d'entrée pour le modèle de programmation quadratique intégré à l'interface, afin de fournir de l'intelligence au système (voir figure 3).

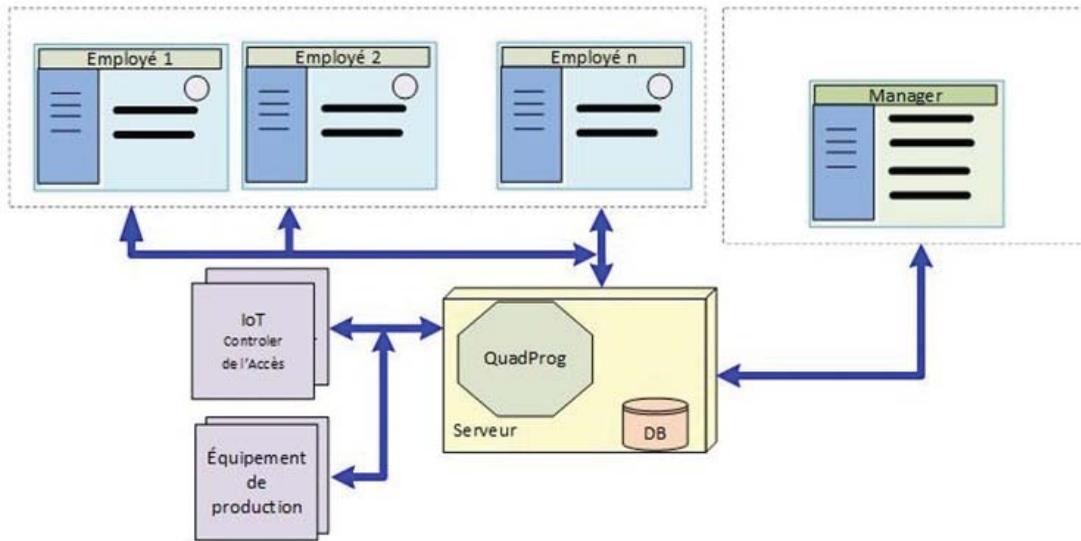


Figure 3. Intégration du module de programmation quadratique dans le concept d'interface

Source: *Élaborée par les auteurs*

La conception de l'interface, présentée dans cet article, a été déterminée par deux indicateurs nécessaires qu'il faut prendre en compte : établir l'adéquation entre le nombre de salariés requis un jour donné (demande) et le nombre de salariés disponibles ce jour-là (offre), ainsi que l'identification des tendances qui peuvent affecter le nombre d'employés requis un jour donné dans la période suivante.

L'objectif de la recherche présentée dans cet article était de proposer un modèle d'interface pour le suivi des flux de ressources humaines, dont les exigences ont été définies comme suit : offrir la possibilité à l'utilisateur de personnaliser la période de rapport dans la zone d'affichage. L'application doit être capable de créer un rapport, basé sur les demandes de l'utilisateur. L'interface doit pouvoir afficher les salariés disponibles pour la journée en cours, pour effectuer une tâche

précise, en fonction de leur présence/absence dans l'entreprise. L'interface doit pouvoir afficher l'état de chaque paramètre surveillé pour chaque terminal. L'application peut envoyer des alertes à une adresse spécifique (administrateur de sous-unité d'entreprise) pour un paramètre spécifique (turbulence) défini par l'utilisateur.

L'application de suivi des flux de ressources humaines propose les services d'affichage du menu principal de l'interface, l'accès via un écran principal de l'interface de suivi du flux des ressources humaines et l'affichage des catégories d'employés et d'une liste de celles-ci, y compris un résumé du statut de chaque employé. L'interface de planification des journées libres est implémentée avec le support des technologies web, ce qui la rend accessible depuis n'importe quel appareil (téléphone/PC) connecté à Internet. Ce fait définit l'accessibilité et la portabilité de

l'application, apportant un avantage essentiel aux dirigeants et aux employés de l'entreprise, où elle pourrait être utilisée.

L'application peut être facilement adaptée aux besoins de l'entreprise, car l'interface est réalisée en JavaScript à l'aide du cadre NextJS, ce qui permet de créer non seulement l'interface elle-même, mais également le module de

programmation quadratique pour le calcul lié à la planification des ressources humaines, les fonctions d'accès aux données de la base de données.

La figure 4 montre la structure de l'application web de gestion des ressources humaines, qui a été réalisée dans le cadre de la recherche présentée dans cet article.

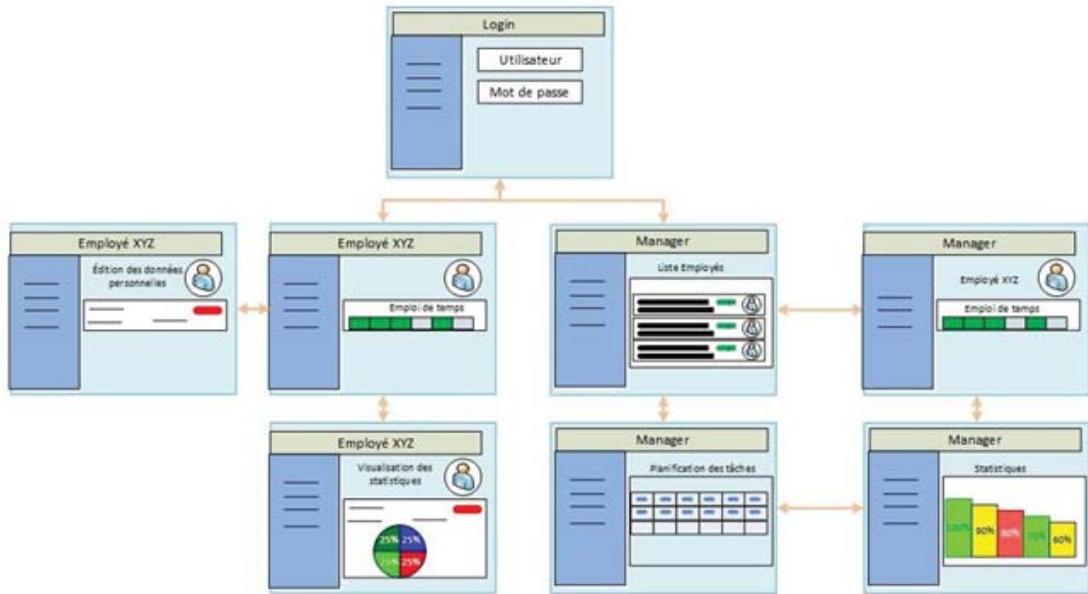


Figure 4. La structure de l'application web de gestion des ressources humaines

Source: *Élaborée par les auteurs*

L'interface est constituée de deux pages destinées au chef d'entreprise (avec la fonction d'administrateur) et aux salariés. Pour accéder à l'interface, l'utilisateur doit se connecter avec un nom d'utilisateur et un mot de passe. Sur la base des données prédéfinies pour cet utilisateur, son rôle est déterminé, et plus tard sur la base de ce rôle, l'interface respective est chargée.

Next.js étant connu comme cadre de développement et utilise React comme bibliothèque qui offre de la flexibilité, propose l'usage des éléments de base et une structure caractéristique. Il fournit également

des outils supplémentaires pour créer plus rapidement des applications Web entièrement interactives, dynamiques et performantes. Ainsi, le développeur et l'utilisateur final bénéficient d'une expérience améliorée. Parmi les avantages de l'utilisation de ce Framework, on peut mentionner : offre d'un riche ensemble de composants pour la création d'interfaces frontales, un routage simple basé sur la structure (arborescence) des fichiers du projet, la génération des pages web sur le serveur et leur transmission au navigateur pour le rendu (Serverside generation), ainsi que le dossier API

où les fonctions back-end peuvent être stockées (telles que l'accès à la base de données, le calcul des données d'exécution) [6], [7].

Si l'utilisateur qui se connecte est le responsable de l'entreprise, il a accès à la liste de tous les employés et a la possibilité de consulter ou de modifier leurs données. Dans le même temps, le chef d'entreprise peut planifier le nombre d'employés nécessaires pour chaque jour de la semaine suivante. À leur tour, les employés, après l'étape de connexion, peuvent consulter et modifier leurs données personnelles et définir le nombre de jours libres pour la semaine suivante.

Dans le texte ci-dessous, on présente un extrait de code de l'application développée liée à la planification des employés :

```
'use client';
import { useAuth } from '@context/AuthProvider/AuthProvider';
import { useGetUser } from '@hooks/useGetUser';
import { Box, Typography } from '@mui/material';
import { useRouter } from 'next/navigation';
const WorkerSchedulePage = () => {
  const router = useRouter();
  //const user = useGetUser('Smith John'); //
  hard code user name
  const { user, isLoading } = useAuth();
  if (!user) router.replace('/login');
  return (
    <Box display='flex' flexDirection='column'
      width={1} height={1}>
      <Typography variant='h4' sx={{ span: {
        fontWeight: 600 } }}>
        Raport
      </Typography>
      <Typography variant='h5'>Nom: {user?.
        name}</Typography>
      <Typography variant='h5'>Courrier
        électronique: {user?.email}</Typography>
      <Typography variant='h5'>Position: {user?.
        role}</Typography>
    </Box>
  );
};
export default WorkerSchedulePage;
```

Outre la possibilité de planification, l'interface comprend des pages de visualisation des données sous forme numérique et graphique, sous forme de rapports. L'administrateur (dans le cas présent, le gestionnaire) peut visualiser sur la même page la liste globale des salariés et, d'autre part, le sommaire de l'état des salariés sous forme de schéma récapitulatif à jour (leur présence/absence dans l'entreprise, ceux qui sont isolés, sans accès ou en retard). De même, la page permet au gestionnaire de voir la programmation de la semaine suivante, en fonction des données relatives aux salariés disponibles/en confinement/jour de repos.

Après avoir étudié les sources concernant la planification des jours de repos [8], [9], l'optimisation du nombre de jours libres consécutifs est réalisée selon le modèle de programmation quadratique proposé dans l'ouvrage [10], [11]. Pour cela, chaque salarié choisit le nombre de jours de repos qu'il souhaite pour la semaine suivante, et le chef d'entreprise saisit le nombre d'employés nécessaires chaque jour de la semaine suivante. Le salarié peut voir le résultat affiché sur sa page de profil du calendrier des jours libres généré par le modèle. Le gérant peut voir ce résultat dans la page Dashboard de gestion.

L'un des composants clés de l'application est la base de données. Des bases de données relationnelles ou orientées objet peuvent être utilisées pour stocker des données. Il existe aujourd'hui plusieurs frameworks qui permettent l'intégration de bases de données dans des applications web. Par exemple, la boîte à outils de base de données open source Prisma (prisma.io) inclut les outils nécessaires à l'intégration de bases de données.

Conclusions. Cet article présente un concept de système d'interface utilisateur. L'un des objectifs principaux de l'approche du concept d'interface est de fournir des connexions entre les

applications IoT et le modèle de programmation quadratique intégré à l'interface, dans le but de conférer certains éléments d'intelligence au système. Dans ce sens, le concept proposé permet la connexion d'éventuels systèmes spécialisés, comme, par exemple, un système de reconnaissance faciale et de scannage thermique, qui assureraient la surveillance et la validation de la ressource humaine au sein de l'entreprise. L'application peut être facilement adaptée aux besoins de l'entreprise, car le prototype est réalisé en JavaScript à l'aide du cadre NextJS, qui permet de créer non seulement l'interface proprement dite, mais également les fonctions de calcul - le module de programmation quadratique pour le calcul lié à la planification des ressources humaines, les fonctions d'accès aux données de la base de données.

RÉFÉRENCES

1. GOGOI E., ISTRATI D., COJUHARI I. „Éducation 4.0: évolution, enjeux et perspectives” (Educația 4.0: evoluție, provocări și perspective), Conférence républicaine des enseignants, 27-28 februarie 2021, Université d'État de Tiraspol, pp. 241-246, <http://repository.utm.md/handle/5014/17773?show=full>
2. KOPELOV, A. “Human-machine interfaces in the Industry 4.0 era” 24.08.2020 <https://www.itransition.com/blog/human-machine-interfaces>
3. IONESCU, B. - I. “Human-Machine Interaction in Industry 4.0 and Beyond”. Dans *Industria 4.0*. (2021) pp. 178-187. [online]. [Accédé 02.08.2023]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/354923040_Human-Machine-Interaction_in_Industry_4_0_and_Beyond
4. KRUPITZER, C., MÜLLER, S., LESCH V., ZÜFLE, M., EDINGER, J., LEMKEN, A. ET AL. A Survey on Human Machine Interaction in Industry 4.0. © 2020 Association for Computing Machinery. Vol. 1, No. 1. 03.02.2020 [online]. [accédé 05.02.2023]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.01025>.
5. COJOCARU, S. Interfaces intelligentes (Interfețe inteligente). Dans la monographie F. G. Filip "Sisteme suport pentru decizii", Ed. Tehnică, București, 2007, pp.213-215.
6. HARISH, A. J. et al. React Apps with Server-Side Rendering: Next.js. Dans *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*. Vol. 14 No.4. (2022). pp.25-29. <https://jtec.utem.edu.my/jtec/article/view/6192/4083>. ISSN: 2180 –1843. e-ISSN: 2289-8131.
7. LAZUARDY, M. F. S., ANGGRAINI, D. Modern front-end web architectures with react. js and next. js. Dans *Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Vol. 7, num. 1. (2022). pp. 132-141. ISSN (Online): 2455-9024. <http://irjaes.com/wp-content/uploads/2022/02/IRJAES-V7N1P162Y22.pdf>
8. LOQMAN, CH.; ETTAOUIL, M.; HAMI, Y.; HADDOUCH, KH. Convex Quadratic Reformulations for solving days-off scheduling problem. Dans *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 2013, 49 (1), pp. 23-31.
9. ALFARES, H.K. Survey, Categorization, and Comparison of Recent Tour Scheduling Literature. *Annals of Operations Research* 2004, 127, pp. 145–175
10. ISTRATI, D., MORARU, V., ZAPOROJAN, S. A. Method for Binary Quadratic Programming with Circulant Matrix. XIIIth Informational Conference on Electronics, Communications and Computing. 20-21 octobre 2022, Chișinău, Université Technique de Moldova. Pp.154-157. <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/CS.01>
11. MORARU, V., ISTRATI, D., ZAPOROJAN, S. Solving the days-off scheduling problem using quadratic programming with circulant matrix. Dans *Journal of Engineering Science*. Vol. XXIX, no. 4 (2022), pp. 97 – 108. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(4\).05](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(4).05). ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. UDC 519.853.32:004.42