



ANUARIO 2024

Investigación & Innovación

Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica
Berger-Levrault



Combinar Investigación, Innovación y Aplicación

Estimados lectores,

Bienvenidos a la primera edición del Anuario de Investigación e Innovación de Berger-Levrault, una retrospectiva anual que marca un momento importante en la historia de Berger-Levrault y es testimonio de la energía y la ambición que impulsan al Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica (DRIT) de Berger-Levrault. Queremos compartir con ustedes nuestros proyectos más ambiciosos y nuestras iniciativas más innovadoras. **Cada una de nuestras acciones aborda cuestiones sociales y tecnológicas, al tiempo que explora las perspectivas que se nos abren.**

Más allá de nuestra voluntad constante de comprender e iluminar el camino de Berger-Levrault, siempre hemos situado la investigación de impacto en el centro de nuestras acciones. Sin embargo, 2024 representa un punto de inflexión decisivo en nuestro enfoque de la investigación y la innovación. Este año está marcado por **la realización de numerosas iniciativas tangibles de investigación e innovación, que ahora están a disposición de nuestros clientes a través de nuestros productos.**

Destacan las diversas aplicaciones del Asistente Inteligente, nuestra solución de IA generativa integrada en WeMagnus y Legibase, RemoteAssist, nuestra solución de mantenimiento a distancia, la integración de nuestros motores de optimización con CARL Source y los despliegues de MixedR, nuestra solución de realidad aumentada. También debemos mencionar las diversas implementaciones de nuestras herramientas de generación de código en nuestros equipos de desarrollo.



Christophe Bortolaso

*Director de Investigación
Aplicada | Berger-Levrault*

Estos ejemplos ilustran plenamente que la investigación, la innovación y la ampliación a escala industrial no sólo son posibles, sino que están a nuestro alcance. En esta primera edición, cada proyecto no sólo ilustra nuestra experiencia, sino que también demuestra nuestro compromiso con el **desarrollo de soluciones sostenibles e integradoras que respondan a los retos sociales de hoy y de mañana.** Este Anuario también pretende demostrar que la innovación implica inevitablemente aceptar riesgos y navegar por una incertidumbre constante. Para superar estos retos, los intereses de nuestros usuarios y clientes se integran en cada etapa del proceso. De hecho, a menudo es sobre el terreno donde surgen los problemas de investigación fundamental más complejos y desafiantes.

Este Anuario también destaca la naturaleza interdisciplinar de nuestras innovaciones, en particular la inteligencia artificial, la ingeniería de software, la frugalidad digital y la Industria 5.0. **Estos temas resuenan directamente con los productos y servicios desarrollados por Berger-Levrault,** destacando su relevancia en un mundo que cambia rápidamente.

Al hojear estas páginas, descubrirá una selección de nuestras iniciativas más ambiciosas, logros concretos y pronósticos audaces, todos ellos destinados **a resolver retos sociales y marcar una diferencia real en la vida cotidiana de nuestros clientes.**

¡Disfrute la lectura!

Sumario

04 Misión

05 Valores

06 Inteligencia Artificial

- 07 Inteligencia Artificial | Tecnología de compañía cotidiana
- 09 Motores de respuesta
- 11 ¿Podría ser el fin de los datos estructurados?
- 13 Predicciones para los próximos 5 años y publicaciones

14 Ingeniería de software

- 15 Ingeniería de software | Hacia prácticas de diseño sostenibles
- 17 Desarrolladores aumentados
- 19 Software rentable
- 21 Predicciones para los próximos 5 años y publicaciones

22 Industria 5.0

- 23 Industria 5.0 | Era de la colaboración entre el hombre y la máquina
- 25 Lo mejor de ambos mundos
- 27 Planear, un reto industrial y ecológico
- 29 Aprendizaje federado para el mantenimiento predictivo
- 31 Nuestras predicciones a 5 años vista y publicaciones

32 Impactos

- 33 Asociaciones & Ecosistema
- 35 Aspectos destacados | Una resonancia internacional
- 37 ¡Está en la prensa!
- 38 Innovar para reinventar: el reto Berger-Levrault

Juntos, imaginemos los usos del mañana.

Comprometida con la investigación desde 2010, BL aspira a **revolucionar los negocios de nuestros clientes y la forma en que se utilizan nuestras soluciones**. Nuestros equipos de investigación e innovación sitúan la **interdisciplinariedad** y los **enfoques colaborativos** en el centro de su enfoque, apoyados por un fuerte compromiso con nuestros usuarios. La innovación es un encuentro ambicioso entre una invención y un mercado. En el mundo digital, la innovación suele consistir en **establecer conexiones nunca antes exploradas** entre los retos a los que se enfrentan nuestros usuarios y clientes, y las posibilidades que abre la tecnología.



Un equipo ágil, versátil y con acciones concretas

Observaciones sobre el terreno y etnología para comprender los contextos de uso e identificar las necesidades;

Adopción de protocolos experimentales para probar la tecnología más avanzada con las realidades del terreno, más allá de laboratorios y salas blancas

Diseño y desarrollo de software para construir soluciones utilizables, escalables e industrializables

Evaluación centrada en el usuario para probar rigurosamente el impacto y el valor de nuestras soluciones en el día a día de nuestros clientes

Explorar nuevos campos, diseñar soluciones tan sencillas como accesibles, compartir y transmitir conocimientos y formar en nuevos usos ilustran nuestra acción.

Queremos **transformar el imaginario colectivo a través de acciones concretas que formen parte de la realidad cotidiana de todos nuestros usuarios**. Lo que pretendemos tiene un nombre: **¡la investigación de impacto!**

Sinergia y colaboración, para una investigación abierta y de impacto

Nuestros equipos se mueven por la ambición de **transformar los negocios de nuestros clientes y reinventar la forma en que se utilizan nuestras soluciones**. Para lograrlo, el Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica sitúa **la sinergia y la colaboración** en el centro de su enfoque.

En Berger-Levrault, la investigación científica refleja **una apertura al mundo ambiciosa y decidida**. Hacer avanzar nuestra empresa nos exige **un espíritu pionero**, capaz de explorar nuevas vías.

Nuestro **enfoque** es totalmente **holístico**, basado en la curiosidad, la audacia y un compromiso inquebrantable. Cada proyecto está diseñado para profundizar en nuestra comprensión, de modo que podamos **allanar mejor el camino a la innovación**.

"No sabían que era posible, así que lo hicieron"
Mark Twain | Escritor

Excelencia

Porque combinamos rigor y agilidad, nuestro equipo multidisciplinar aplica sus competencias científicas y técnicas de vanguardia para deconstruir el conocimiento y la comprensión, y avanzar de forma fundada.

Confianza

Al situar la ética y la soberanía en el centro de cada proyecto, construimos asociaciones sólidas basadas en la transparencia, para poder avanzar con seguridad hacia el futuro.

Audacia

Porque vivimos la invención, nos esforzamos por ir más allá de nuestros límites y eludir nuestro sesgo de confirmación combinando anticipación y ambición.

Bondad

Nuestra escucha atenta y abierta decuplica nuestra creatividad y nos permite forjar poderosas innovaciones para nuestros clientes.

Responsabilidad

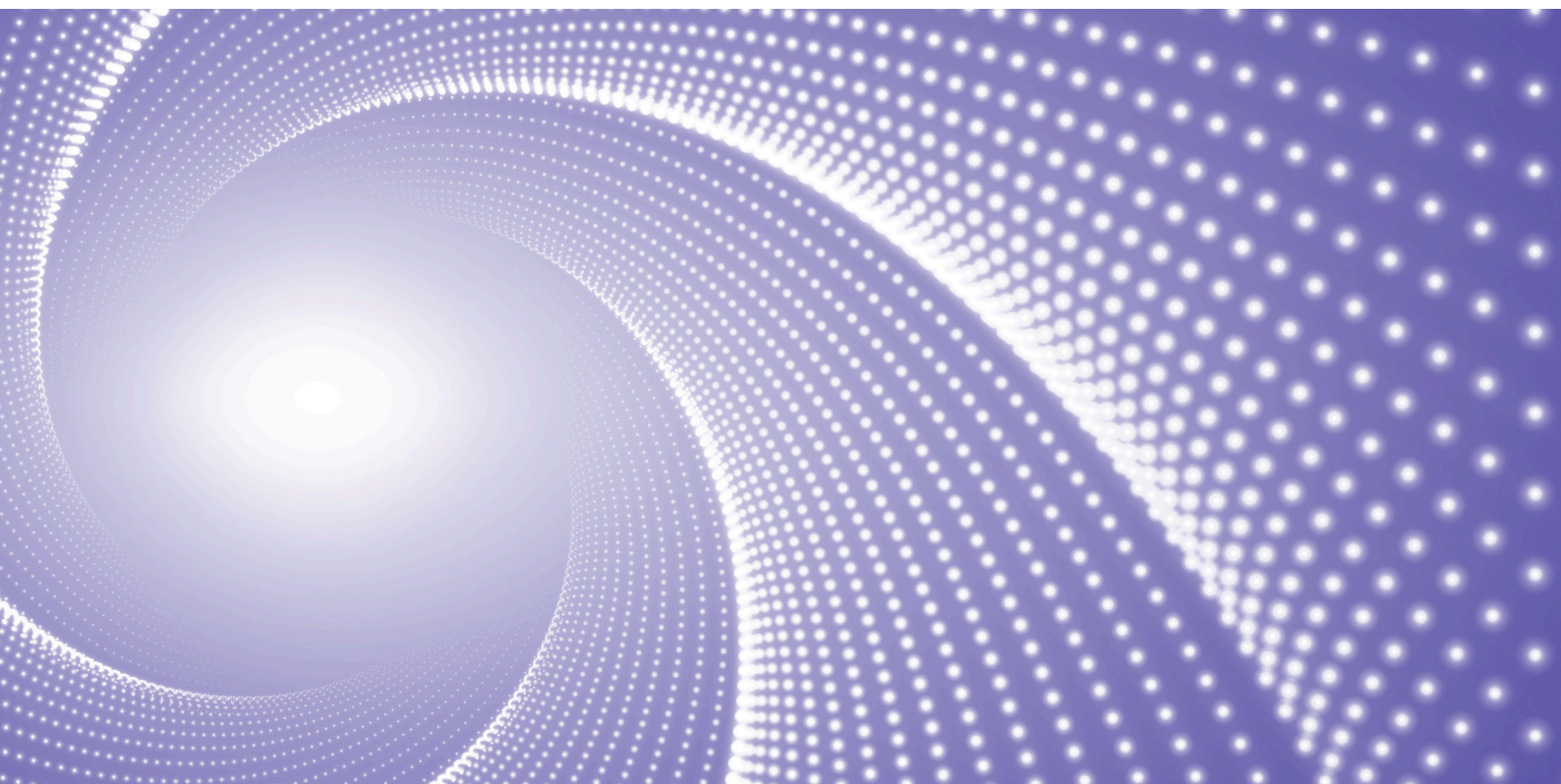
Estamos comprometidos con un enfoque proactivo destinado a promover un impacto positivo y sostenible en los ámbitos científico, social y medioambiental.

Inteligencia Artificial



Inteligencia Artificial | Tecnología de compañía cotidiana

La inteligencia artificial se ha ido abriendo poco a poco en nuestra vida cotidiana, a menudo sin que seamos plenamente conscientes de ella. Ya sea en las búsquedas de correo electrónico de Outlook, en la navegación GPS, en las noticias de Instagram, en los sistemas de nuestros vehículos o en los termostatos inteligentes de nuestros hogares. Así que la IA ya está **muy presente, optimizando y enriqueciendo discretamente nuestras experiencias cotidianas**. Las estadísticas muestran un crecimiento exponencial de la integración de la IA en las aplicaciones que utilizamos, lo que ilustra su adopción masiva y continua.



Pero esto es sólo el principio. Lo que antes parecía imposible de conseguir ahora no sólo es concebible, sino accesible. Todos los algoritmos que antes parecían demasiado complejos de programar ofrecen ahora funcionalidades para clasificar, emparejar, decodificar, extraer, ordenar, sintetizar, extrapolar, optimizar, etc. Masas de texto en campo abierto, antes inexploradas por nuestras soluciones heredadas, se convierten ahora en **minas de oro de información aprovechable**. Los documentos o imágenes escaneados se transforman en ricas fuentes de datos estructurados. Montones de cifras antes inextricables pueden revelar tendencias relevantes. El vídeo y el sonido, inicialmente confinados al papel de medios pasivos, pueden analizarse, transcribirse y convertirse en datos utilizables.

De este modo, **la IA está ampliando las fronteras de la tecnología digital**, allanando el camino para una mejor comprensión y explotación de los aspectos más físicos de nuestra realidad.

Formación, producción, transformación

Esta transformación digital está dando lugar a **una nueva revolución informática**, en la que los métodos de desarrollo tradicionales se están redefiniendo radicalmente. A partir de ahora, la IA ya no se contenta con manipulaciones limitadas de líneas de código, sino que se alimenta de ingentes cantidades de datos; ya no se programa, sino que se entrena. Ya no genera información en el sentido tradicional, sino que produce probabilidades de resultados.

Uno de los principales retos en el diseño de modelos de inteligencia artificial es ahora **nuestra capacidad para reducir las tasas de error con el fin de lograr un rendimiento comparable al de los humanos**. En el procesamiento del lenguaje natural, esto incluye limitar las «alucinaciones», esos errores de interpretación que pueden inducir a error al usuario. Estos avances representan un auténtico cambio de paradigma, que redefine los fundamentos del desarrollo informático y el espacio creativo.



"El verdadero poder de la inteligencia artificial reside en su capacidad para transformar lo invisible en visible, aprovechar esta nueva luz para revelar oportunidades donde sólo había datos y hacer posible lo aparentemente inimaginable."

Mustapha Derras | Director de Investigación e Innovación Tecnológica de Berger-Levrault



Fiabilidad, precisión y resistencia

En este contexto de profundos cambios, el Laboratorio de IA de Berger-Levrault tiene una ambiciosa misión: desarrollar tecnologías de inteligencia artificial robustas y soberanas que puedan integrarse perfectamente en nuestros productos, sin dejar de centrarse en resolver los problemas operativos de nuestros clientes.

Por "robustas", entendemos **tecnologías fiables, precisas y resilientes**; por "soberanas", nos referimos a la mayor independencia tecnológica posible para **garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos**.

Nuestro objetivo es garantizar que cada innovación no sea sólo una proeza técnica, sino que también tenga **un impacto tangible y positivo en los retos a los que nuestros clientes se enfrentan cada día**.

Motores de respuesta

En ámbitos en los que el acceso rápido a la información es esencial, como la atención al cliente o la recepción en los ayuntamientos, la IA brilla por su capacidad para entender una solicitud en lenguaje natural y **ofrecer rápidamente respuestas a todo tipo de preguntas**. En 2024, la DRIT desarrolló un motor de respuesta totalmente nuevo basado en un sistema de generación aumentada por recuperación (RAG). Este sistema de inteligencia artificial está diseñado para responder a cualquier pregunta formulada en lenguaje natural, combinando hábilmente una base de datos documental, modelos de inmersión léxica y la potencia de los modelos de lenguaje grandes (LLM). El asistente utiliza la RAG para buscar las fuentes de información más relevantes con el fin de extraer la información de interés y generar una respuesta resumida. Esto corresponde a la creación de **un robot "bibliotecario"**.



Este año, nuestros equipos han explotado y mejorado las técnicas RAG en numerosos casos de uso, haciéndolas útiles a diario para nuestros servicios de asistencia dentro de nuestras distintas unidades de negocio al permitirles beneficiarse directamente de la ayuda en línea, PMF, bases de conocimiento, documentación de productos, etc.

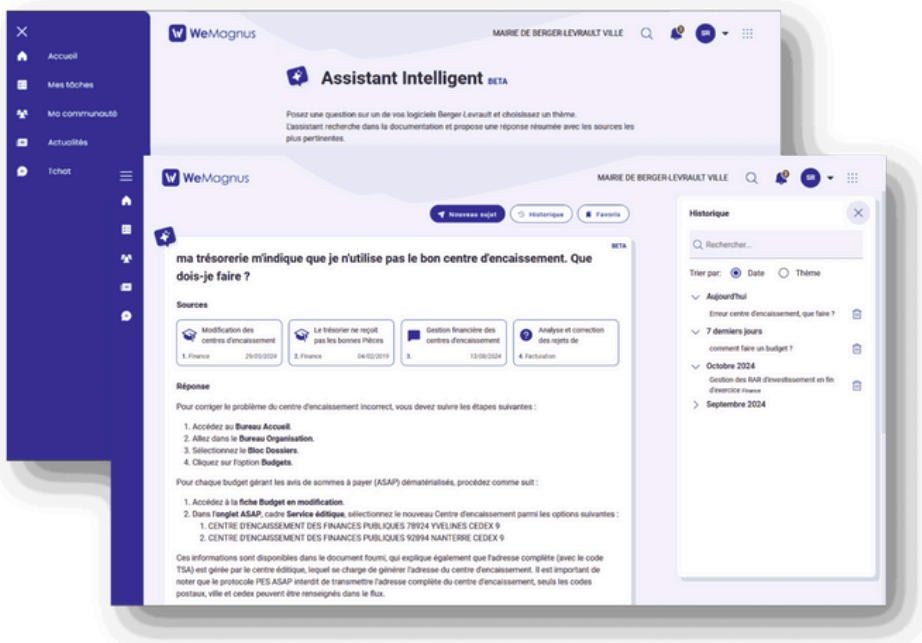
En noviembre de 2024, el servicio de asistencia de la unidad de negocio de Administración Local **superó la barrera de las 10.000 preguntas**, lo que nos permitió garantizar la solidez de nuestra arquitectura técnica de apoyo a estos desarrollos.

Un Asistente Inteligente, compañero fiable y sincero

Esta funcionalidad también está integrada en varios de nuestros productos, como WeMagnus y Legibase, bajo el nombre genérico de Asistente Inteligente. El objetivo es proporcionar respuestas fiables a las preguntas de los secretarios de los ayuntamientos y otras personas, ahorrándoles un tiempo precioso y ofreciéndoles un tipo de interacción excepcionalmente rica y diferente en su día a día.

Además de la rapidez, nos gustaría destacar la calidad y la exhaustividad de las respuestas, que contrasta claramente con las soluciones "tradicionales" que se utilizan actualmente. Esta solución estará pronto disponible para el COBA en Quebec y para CARL SaaS a partir de principios de 2025. Seguiremos trabajando para industrializar la plataforma tecnológica subyacente, que lleva el nombre de **Fundación AIGen**, en homenaje a la aclamada novela de Isaac Asimov.

En 2024, también observamos la aparición de numerosas propuestas de aplicación de la RAG en la literatura científica y en la industria. Sin embargo, nuestras observaciones son claras: la clave para obtener respuestas precisas, de alta calidad y sin alucinaciones no solo reside en la capacidad del LLM para procesar correctamente su contexto, sino sobre todo en **la calidad, homogeneidad y adecuado preprocesamiento de los datos documentales**.



Extracto de una respuesta generada automáticamente en WeMagnus

Por eso, nuestros equipos de investigación e innovación se han centrado en el desarrollo de numerosos algoritmos que incorporan técnicas avanzadas de reaprendizaje e ingeniería de prontitud, así como de preparación, aumento y troceado de datos documentales. Gracias a nuestros profundos procesos de enriquecimiento de datos, alcanzamos una **fiabilidad del 90 %**, muy por encima de los índices de relevancia por defecto de los modelos lingüísticos.

Nuestro enfoque también se distingue por la capacidad de responder con un "no lo sé", lo que reduce considerablemente las dichas "alucinaciones".

Este año, 2024, marca el inicio de un viaje porque el mañana, estas herramientas transformarán radicalmente muchas actividades cotidianas, que implican la escritura, la recopilación de información y la interacción con el lenguaje natural dentro de todos nuestros productos.

MÁS INFORMACIÓN

- [Entrevista de presentación del AI WeMagnus](#)
- [BL software innovations in RAG](#)
- [NdP del AI WeMagnus](#)
- [IA Generativa para las bases legislativas públicas](#)

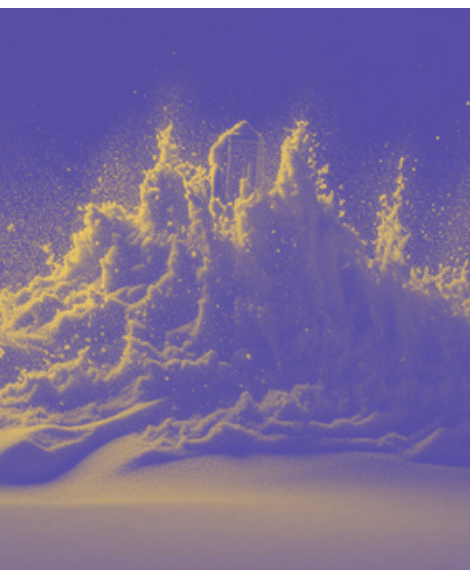


Aikaterini Batziakoudi **Ali Can** Kocabiyyikoglu **Florent** Mouysset **Mokhtar B.** Billami **Julien** Breton **Mehdi** Kandi **Nihed** Bendhaman **Pascal** Zaragoza **Romain** Liron **Stéphanie** Rey **Valérie** Michel-Pellegrino **Vincent** Laval

¿Podría ser el fin de los datos estructurados?

El proyecto Coruscant nació de unas sencillas preguntas: "¿A quién le gusta rellenar formularios?" o "¿Es fácil acceder a los datos de nuestros productos?"

Nuestros programas de gestión siguen siendo principalmente una colección de tablas, campos de entrada y opciones múltiples, que atrapan una enorme cantidad de datos ricos. También hay que recordar que fue la introducción de estos productos lo que permitió a nuestros usuarios "codificar" información valiosa en estas mismas bases de datos estructuradas, organizando eficazmente nuestros servicios y nuestras empresas.



Génesis del proyecto

Sin embargo, cuando observamos a nuestros usuarios sobre el terreno, la realidad es bien distinta. Una gran cantidad de información valiosa se captura en formatos distintos de los previstos para este fin, y a menudo fuera de nuestro software de gestión, ¡en hojas de cálculo y formularios varios! Por ejemplo, cuando intentamos analizar el contenido de los campos de "texto libre" de nuestro propio software, vemos rápidamente que rebosan de información densa y valiosa. Lo más sorprendente es que esta observación trasciende todos los sectores de actividad, desde el de las administraciones locales hasta el de la salud o de la industria.

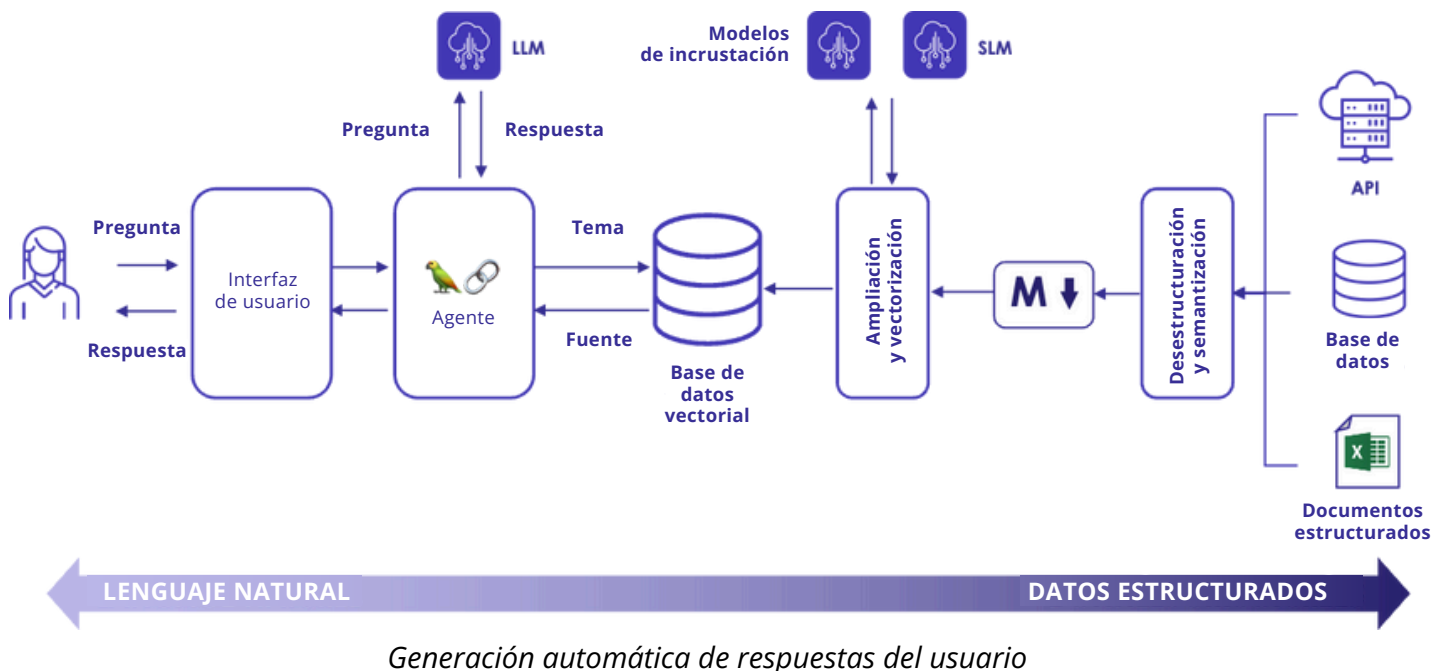
El proyecto **Coruscant** (una referencia al planeta natal de La Guerra de las Galaxias) nació de todas estas observaciones, con una simple ambición: crear el vínculo necesario entre los datos más o menos estructurados de los programas informáticos de gestión para dar a nuestros usuarios la posibilidad de expresarse en lenguaje natural cuando necesiten explotar esos mismos datos.

Conversar en lenguaje natural con nuestros productos de gestión

En el ámbito del **mantenimiento industrial**, podemos fijarnos, por ejemplo, en la eficacia de los técnicos de mantenimiento. Ésta depende en gran medida de su capacidad para acceder rápidamente al historial de los trabajos que realizan. Por tanto, es esencial que identifiquen rápidamente soluciones probadas para síntomas de fallo comparables. Después de todo, ¿para qué molestarse en buscar la causa de una avería si el mismo problema ya se ha resuelto varias veces en el mismo tipo de equipo? Sin embargo, este tipo de investigación y el acceso a esta información son muy laboriosos, complejos y **requieren una forma de análisis en profundidad de las intervenciones anteriores o de las bases de conocimientos** cuando existen. Éste es sólo un ejemplo de cómo **la optimización de estos procesos es crucial** para reducir costes y mejorar la capacidad de respuesta y la calidad de las intervenciones.

Podríamos seguir y seguir con ejemplos de este tipo que ilustran dos observaciones fruto de décadas de informatización. La primera es fácilmente constatable por el hecho de que la información está disponible, capturada y materializada tras años de utilización de soluciones de gestión. La segunda es igualmente contundente, y establece que estos datos no son accesibles de manera simple, ni mucho menos están al alcance de nuestros usuarios.

Por lo tanto, el proyecto Coruscant tiene una ambición clara: **permitirnos conversar en lenguaje natural con nuestros productos de gestión.**



El reto para nuestros equipos de investigación e innovación será **hacer que las bases de datos estructuradas y las API sean compatibles con las interfaces de lenguaje natural.** Los principios fundamentales de la agenticación de la IA, combinados con la desestructuración de datos, son clave para hacer realidad esta visión.

Los primeros resultados de la investigación y los prototipos desarrollados en 2024 indican que estamos mucho más cerca de nuestro objetivo de lo que habíamos previsto. En efecto, si mañana podemos "operacionalizar" la gestión de mi comunidad, de nuestro establecimiento sanitario o de nuestras industrias utilizando texto libre y la voz, ¿quién seguirá necesitando rellenar formularios?

MÁS INFORMACIÓN

- [Comprender la IA para el mantenimiento](#)
- [BL.Assistant : Automatización de procesos](#)



Ali Can
Kocabiyikoglu



Katarzyna Borgiel



Mokhtar B. Billami



Pascal Zaragoza



Vincent Laval



Younes Zegaoui

Predicciones para los próximos 5 años

- 🤖 El uso de bases de datos estructuradas se reducirá considerablemente en favor de **una combinación de información poco estructurada + IA**.
- 🤖 Las interfaces gráficas se sustituirán, al menos en parte, **por interfaces de texto y/o voz en lenguaje natural**.
- 🤖 Los modelos de lenguaje grandes **dividirán por 100 su consumo de energía**.
- 🤖 El 30% de las **funcionalidades** de nuestros productos de gestión serán **automatizables** y podrán desaparecer en favor de funciones de control de flujos.

Nuestras publicaciones científicas 2024

Batziakoudi, K., Cabric, F., Rey, S., & Fekete, J.-D. (2024a). A Design Space for Static Visualizations with Several Orders of Magnitude. EuroVis 2024. EuroVis 2024. <https://doi.org/10.2312/evp.20241076>

Batziakoudi, K., Cabric, F., Rey, S., & Fekete, J.-D. (2024b). Lost in Magnitudes : Exploring the Design Space for Visualizing Data with Large Value Ranges (No. arXiv:2404.15150). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.15150>

Batziakoudi, K., Cabric, F., Rey, S., & Fekete, J.-D. (2024c, octubre 14). Designing Visualizations for Enhancing Carbon Numeracy. IEEE VIS 2024 Workshop on Visualization for Climate Action and Sustainability. <https://inria.hal.science/hal-04744209>

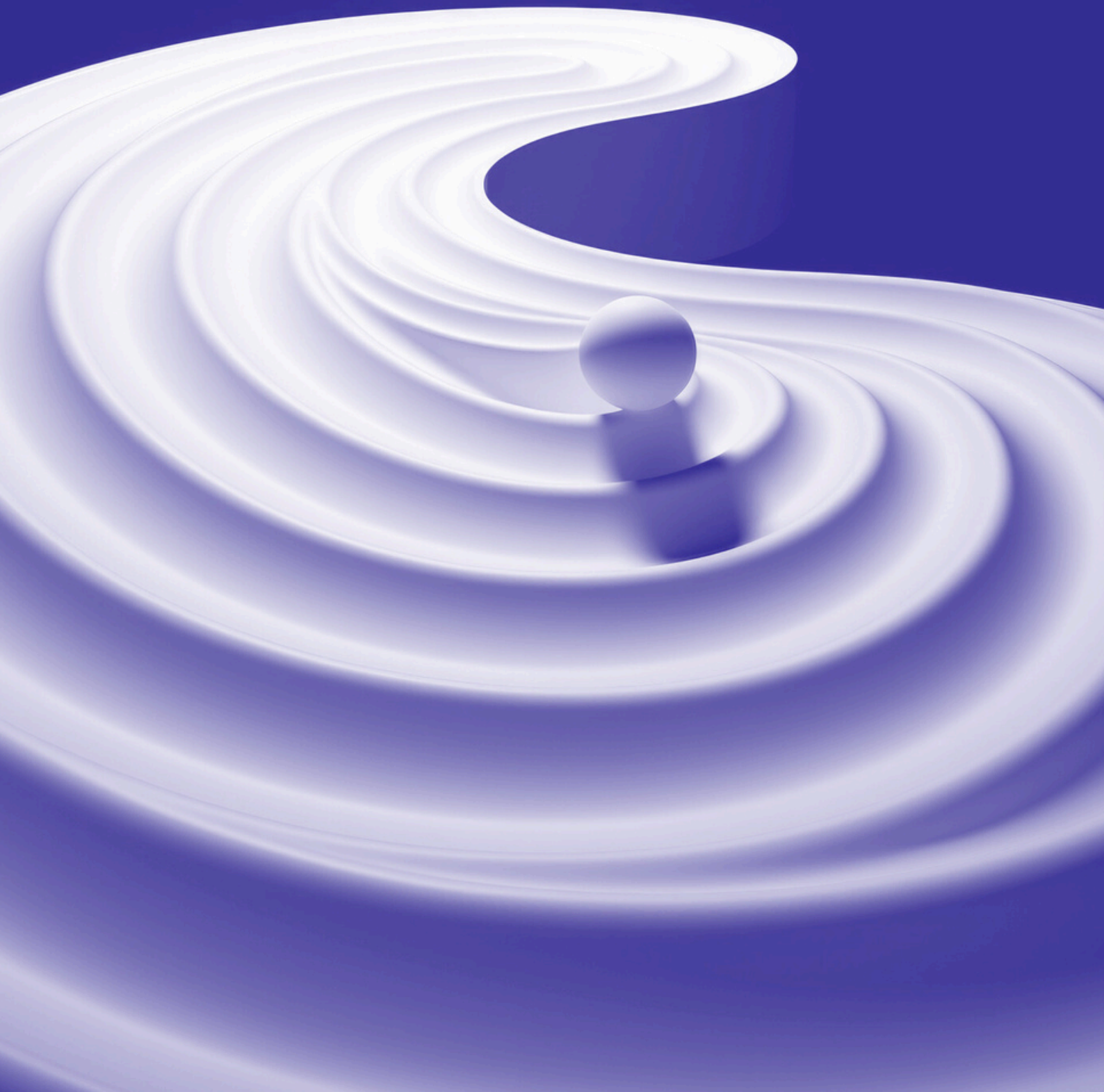
Bendahman, N., Pinel-sauvagnat, K., Hubert, G., & Billami, M. (2024). IRIT-Berger-Levrault at SemEval-2024: How Sensitive Sentence Embeddings are to Hallucinations? In A. Kr. Ojha, A. S. Doğruöz, H. Tayyar Madabushi, G. Da San Martino, S. Rosenthal, & A. Rosá (Éds.), Proceedings of the 18th International Workshop on Semantic Evaluation (SemEval-2024) (p. 573-578). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.semeval-1.86>

Bendahman, N., Pinel-Sauvagnat, K., Hubert, G., & Billami, M. B. (2024, avril 3). Détection d'hallucinations dans le cadre de la tâche 6 SemEval-Shroom. 19ème Conférence Francophone En Recherche d'Information et Application. Conférence francophone en Recherche d'Information et Application. https://doi.org/10.24348/coria.2024.abstract_26

Bortolaso, C., Longin, D., & Bonnet, G. (2024, janvier). Équipes industrielles en IA. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 123(123). <https://hal.science/hal-04654657>

Breton, J., Billami, M. B., Chevalier, M., & Trojahn, C. (2024). Leveraging Semantic Model and LLM for Bootstrapping a Legal Entity Extraction: An Industrial Use Case. 20th International Conference on Semantic Systems (Semantics2024). <https://2024-eu.semantics.cc>

Ingeniería de software



Ingeniería de software | Hacia prácticas de diseño sostenibles

El segundo cuarto del siglo XXI en el que nos adentramos nos trae una explosión de servicios gestionados en la nube, nuevos lenguajes de programación, una estandarización cada vez mayor de las herramientas web y una profusión de bibliotecas de código abierto de calidad. Sin embargo, a pesar de estos avances, que deberían haber anunciado una revolución en el desarrollo de software, seguimos enfrentándonos a retos familiares: seguimos escribiendo código, instalando sistemas, creando interfaces e indexando bases de datos.

Tendencia

Los últimos avances deberían haber establecido un nuevo paradigma y permitido que el desarrollo de software se convirtiera en una simple cuestión de ensamblar componentes, como si construyéramos con ladrillos ya hechos.

Pero no es así, y **el desarrollo de software nunca ha sido tan complejo y exigente**. Ahora los desarrolladores tienen que responder a una multitud de limitaciones entrelazadas: interoperabilidad, ciberseguridad, servicio, multitenencia, capacidad de respuesta, escalabilidad, cumplimiento de la normativa, accesibilidad, trazabilidad, continuidad del servicio, entre otras.

Más recientemente, ha surgido un nuevo requisito: la **frugalidad digital**. Dado que la tecnología digital ya representa más del 4% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, se hace imperativo pensar en prácticas más responsables.

"Las tecnologías avanzan y nos liberan de las tareas más complejas, pero es nuestra responsabilidad hacerlas sostenibles para el futuro."

Satya Nadella | Director General de Microsoft

Hacia la frugalidad digital para optimizar la productividad

Para hacer frente a estos retos, hemos decidido abordar dos cuestiones:

Aumentar la productividad y las capacidades de nuestros desarrolladores ampliando la gama de herramientas a su disposición

Se trata de generadores de código y de pruebas, robots de análisis avanzados, ayudas a la integración inteligente, herramientas de ingeniería inversa, recursos de visualización de datos del sistema e incluso dispositivos de detección automática de fallos de seguridad al escribir el código. Disponemos de numerosas soluciones para desarrollar este tipo de herramientas: la plataforma Moose, los LLM dedicados al código, las API Git, JIRA e incluso el Language Server Protocol. Nuestra ambición es que estas herramientas estén disponibles lo más cerca posible de la vida cotidiana de los desarrolladores, es decir, directamente en entornos de desarrollo cotidianos como IDE y gestores de repositorios, ofreciendo funcionalidades avanzadas destinadas a **simplificar y automatizar las tareas más complejas**.

Adoptar proactivamente una vía de frugalidad digital

La presión normativa europea y nacional impondrá nuevas normas, y el apilamiento de tecnologías hace cada vez más difíciles las opciones de diseño ecosostenibles. Aunque el rendimiento, la facilidad de mantenimiento y la seguridad son cruciales, también es esencial **reducir la huella energética de nuestras aplicaciones**. Además, los recursos digitales y la energía son cada vez más caros, lo que tendrá un impacto financiero cada vez mayor. Además de la responsabilidad medioambiental, está en juego la viabilidad económica de nuestras opciones. Por eso desarrollamos recomendaciones y soluciones específicas para **optimizar la eficiencia energética de nuestros sistemas**.



Por ello, el Lab GL ("Génie Logiciel", es decir dedicado a la ingeniería de software) está a la vanguardia de la oferta a los desarrolladores de herramientas que no sólo les ayudarán a **aumentar su eficiencia**, sino que también les orientarán hacia prácticas de diseño sostenibles. Nuestra ambición es diseñar **sistemas SaaS que sean económicos en términos de energía e infraestructura**, y que respondan a las crecientes expectativas de frugalidad, tanto desde el punto de vista normativo como social.

Desarrolladores aumentados

Nada más lanzarse en 2022, la IA generativa fue todo un éxito e inmediatamente se produjo su adopción mundial. En 2023, OpenAI registró más de 21 millones de usuarios activos en ChatGPT. Aunque los modelos de lenguaje amplio (LLM) son capaces de generar texto con sentido a partir de probabilidades, también destacan a la hora de completar porciones de código escritas por nuestros desarrolladores.

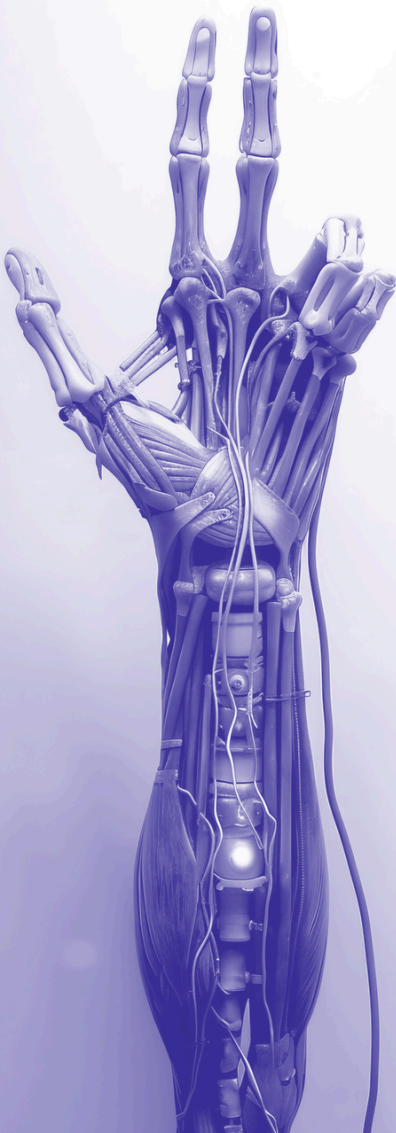
Una investigación por y para nuestros desarrolladores

A principios de 2024, para estudiar la capacidad de los LLM de apoyar el trabajo de nuestros desarrolladores, invitamos a veinte de ellos a participar en **un estudio de observación de tres meses**. A cada participante se le dio acceso a GitHub Copilot y Codium, dos herramientas que permiten integrar los LLM en las herramientas de desarrollo VSCode e IntelliJ. A los participantes se les dio la tarea de trabajar "normalmente" con estas herramientas sin ninguna instrucción especial. **Supervisamos su uso semanalmente**, utilizando cuestionarios y comentarios informales para analizar la situación. También medimos el número de líneas de código, commits, merge requests, code churn y otros indicadores para comprender los efectos de estas herramientas concretas.

Tres meses de investigación han bastado para demostrar la adopción cotidiana de estas herramientas por parte de los desarrolladores. Incluso recomiendan que su uso se extienda a todos los desarrolladores. Pero, ¿tienen estas herramientas un impacto significativo en la productividad de nuestros participantes?

Hemos observado que los datos de producción se mantienen estables. La pequeña variación puede explicarse por otros factores externos, como un periodo de desarrollo más o menos intenso o la presencia de sesgos de observación. Estos primeros resultados confirman los de la bibliografía, que muestran **un impacto significativo en la percepción de la productividad por parte de los desarrolladores** [1][2].

También hemos demostrado, analizando varios millones de líneas de código y decenas de miles de commits, que **estos asistentes no afectan a la calidad del código producido**. Estos resultados exigen mucha cautela a la hora de sacar conclusiones. Por eso necesitamos ampliar este estudio a un panel más amplio de participantes, al tiempo que seguimos supervisando en profundidad la implantación de estas herramientas.



También descubrimos que las herramientas de generación de código basadas en IA no ofrecen un medio sencillo y nativo de "controlar" el código generado. En efecto, ¿cómo garantizar que las inteligencias artificiales generen un código conforme a las normas de arquitectura de un producto y a los marcos de trabajo de la empresa? Por ello, el Lab GL se ha fijado el objetivo de **desarrollar herramientas** que combinen las capacidades de los modelos obtenidos mediante el análisis de código estático estándar y de los LLM **para generar código primo-compatible con las normas de Berger-Levrault**.

```
TS sentiments.ts × TS time.ts

1 // Determine whether the sentiment of text is positive
2 // Use a web service
3
4 async function isPositive(text: string): Promise<boolean> {
5
6     const response = await fetch(`http://text-processing.com/api/sentiment/`, {
7         method: 'POST',
8         body: `text=${text}`,
9         headers: {
10             'Content-Type': 'application/x-www-form-urlencoded',
11         },
12     });
13     const json = await response.json();
14     return json.label === 'pos';
15 }
```

Completado de código generado por inteligencia artificial

En 2024, la introducción de estos nuevos asistentes "compatibles" con nuestros estándares de generación de código puso de manifiesto el inmenso potencial de mejora de la vida cotidiana de los desarrolladores, haciendo su trabajo más fácil y eficiente. En el futuro, estos asistentes, tanto si utilizan LLM como si no, podrían **convertirse en los compañeros programadores de nuestros desarrolladores**. Imaginemos robots capaces de comprobar solicitudes de fusión, asistentes para generar pruebas unitarias o entornos de desarrollo integrados (IDE) que se autocorrijan para cumplir las normas de programación y los marcos corporativos. Esta **visión de un desarrollador aumentado** podría hacerse realidad antes de lo que pensamos.

MÁS INFORMACIÓN

- [1] A. Ziegler et al., « Measuring GitHub Copilot's Impact on Productivity », Communications of the ACM, vol. 67, n° 3, p. 54-63, 2024.
- [2] M. Coutinho & all., « The Role of Generative AI in Software Development Productivity: A Pilot Case Study », 1st ACM International Conference on AI-Powered Software, 2024, p. 131-138.



Benoit
Verhaeghe



Boubou T.
Niang



Ikram
Boukharouba



Kilian
Bauvent



Nicolas
Hlad



Quentin
Capdepon

Software rentable

El software consume más del **6% de la energía mundial**, con un aumento anual del 6%. La normativa sobre el consumo energético de los sistemas digitales evoluciona rápidamente, tanto a escala nacional como europea. Al mismo tiempo, nuestros clientes manifiestan un interés creciente por la huella medioambiental de nuestras soluciones. Por tanto, cada vez es más esencial tener en cuenta la reducción del consumo energético del software, del mismo modo que otras propiedades como la seguridad o la mantenibilidad.

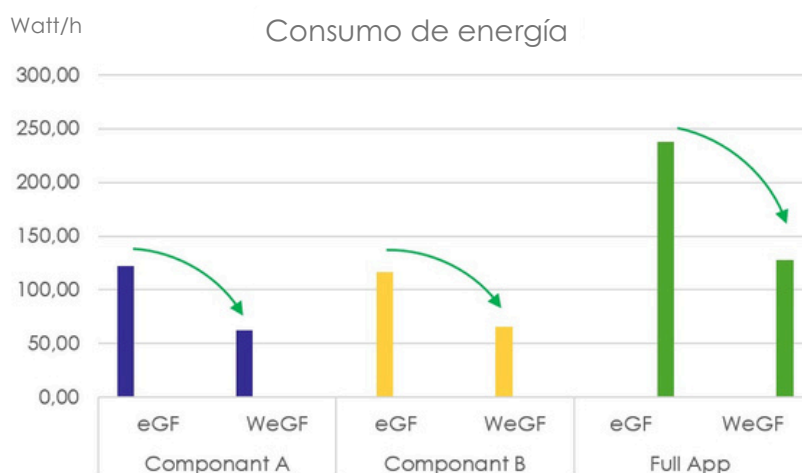
Pero, ¿cómo hacerlo?

¿Sabe **cómo medir el consumo energético de los programas informáticos**? ¿Qué opciones tecnológicas o arquitectónicas tendrán más consecuencias para el ahorro de energía? ¿Es posible optimizar el código para hacerlo más respetuoso con el medio ambiente?

La **frugalidad energética** es, por tanto, un tema que nuestros equipos de investigación e innovación han convertido en prioritario desde 2020. En 2024, hemos decidido superar los límites y desarrollar un conjunto de herramientas dedicadas a medir, comparar y optimizar el consumo energético de nuestras soluciones.

El caso de nuestro producto SaaS-Web WeGF

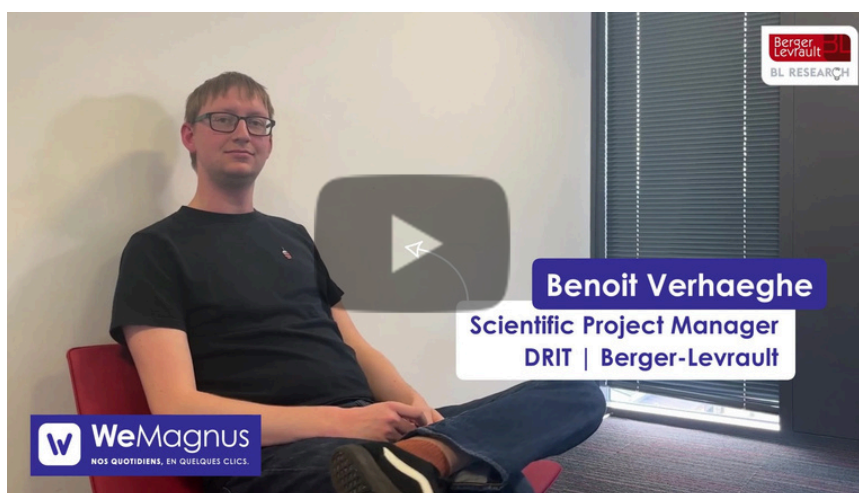
Este año, por ejemplo, hemos comparado la huella energética de uno de nuestros productos SaaS-Web (WeGF) con su predecesor desarrollado como cliente enriquecido (eGFevolution). En el caso de WeGF, los resultados iniciales parecen muy alentadores. La modernización del front-end, es decir, todo aquello a lo que los usuarios pueden acceder directamente a través de su navegador web, y la implantación de una arquitectura de nube compartida han permitido **multiplicar por 21 su consumo energético global**. Estas ganancias se han logrado en parte gracias a la mejora de la arquitectura del software y a la racionalización de los recursos de hardware utilizados. Estas mediciones, realizadas mediante sondas desplegadas en nuestros entornos de producción, nos permiten ahora controlar constantemente el consumo de kWh de nuestros productos SaaS.



Evolución del consumo de energía entre eGF y WeGF

Es imperativo que no nos detengamos ahí. En primer lugar, queremos demostrar cómo es posible medir continuamente el consumo de nuestro software para cumplir los requisitos normativos y los de nuestros clientes. En segundo lugar, queremos poner en marcha **un plan concreto para optimizar nuestras soluciones y reducir su impacto en las emisiones de carbono** en cuanto pasen al modo SaaS. Para ello, también hemos puesto en marcha herramientas para detectar antipatrones de consumo energético en los procesos CI/CD y en el código. La próxima etapa consistirá en identificar, aguas arriba, estas optimizaciones energéticas en el momento del desarrollo en los IDE y proponer correcciones automáticas, con el fin de construir aplicaciones más económicas.

También hemos emprendido trabajos comparativos con tecnologías equivalentes. Por ejemplo, examinamos la eficiencia energética de las llamadas REST JSON en comparación con las llamadas que utilizan Protobuf (es decir, Protocol Buffers). Los resultados fueron sorprendentes, ya que encontramos una reducción significativa del consumo de energía utilizando Protobuf, sin comprometer el rendimiento. Ser más eficiente energéticamente no significa necesariamente ser más lento.



Entrevista con Benoit Verhaeghe - Ecodiseño para la gama WeMagnus

Entramos en una nueva era con un ambicioso proceso centrado en la Frugalidad Digital. Este proyecto requiere un enfoque global, ya que aún existen pocas tecnologías y métodos listos para usar para medir, diseñar y optimizar software. Por supuesto, este enfoque no se limita a resolver problemas técnicos. También tenemos en cuenta la economía de la funcionalidad, que dará forma a nuestro software del mañana, garantizando que sólo utilice los recursos informáticos estrictamente necesarios.

MÁS INFORMACIÓN

- [Calcular el consumo de energía de nuestro software](#)
- [Transformación digital eco-responsable para pequeñas autoridades locales con WeMagnus](#)



Anas
Shatnawi



Bachar
Rima



Benoit
Verhaeghe



Boubou T.
Niang

Predicciones para los próximos 5 años

- 👤 Multiplicaremos **por diez el número de robots que ayudan** a los desarrolladores en sus tareas diarias.
- 👤 Cada aplicación tendrá su propio **índice ecológico**.
- 👤 **La gestión de proyectos** será en gran parte **automatizable**: creación de tickets, generación de calendarios, estimación de cargas de trabajo.
- 👤 Los arquitectos podrán **reorganizar el código mediante planos y visualizaciones de datos**.

Nuestras publicaciones científicas 2024

Capdepon, Q., Hlad, N., Verhaeghe, B., & Seriai, A.-D. (2024). Assessing the feasibility of Micro frontend architecture in native mobile app development. Proceedings of the 39th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, 2309-2313. <https://doi.org/10.1145/3691620.3695313>

Darbord, G., Vandewaeter, F., Etien, A., Anquetil, N., & Verhaeghe, B. (2024, juillet). Modest-Pharo: Unit Test Generation for Pharo Based on Traces and Metamodels. IWST 2024: International Workshop on Smalltalk Technologies. <https://hal.science/hal-04622256>

Niang, B. T. (2024). A Model-Driven Engineering and Software Product Line Approach to Support Interoperability in Systems of Information Systems. [Phdthesis, Université Lumière - Lyon II]. <https://theses.hal.science/tel-04690416>

Niang, B. T., Kahn, G., Ouzrout, Y., Derras, M., & Laval, J. (2024). PhaDOP: A Pharo Framework for Implementing Software Product Lines using Delta-Oriented Programming and Model-Based Engineering. Elsevier, 101283. <https://hal.science/hal-04599790> . <https://doi.org/10.1016/j.cola.2024.101283>

Industria 5.0



Industria 5.0 | Era de la colaboración entre el hombre y la máquina

La industria está a las puertas de una nueva ola de transformación. Tras la mecanización (Industria 1.0), la electrificación (Industria 2.0), la automatización de las cadenas de producción (Industria 3.0) y la digitalización (Industria 4.0), la Industria 5.0 marca **un nuevo punto de inflexión** en el empeño por organizar una colaboración eficiente entre humanos y máquinas. Este enfoque innovador redefine los procesos industriales al establecer **una triple prioridad** como objeto de las transformaciones que deben organizarse: **el humano, la resiliencia y la sostenibilidad**. A diferencia de la Industria 4.0, que se centraba en la automatización y la productividad, esta nueva ambición 5.0 debe fomentar interacciones más naturales y adaptadas a las necesidades reales de los usuarios, así como integrar las limitaciones medioambientales y de competitividad de Europa.

Mantenimiento, gemelos digitales y mucho más...



En este sentido, las actividades de mantenimiento tendrán que transformarse para que los operadores vuelvan a "entrar en el bucle". El objetivo del **mantenimiento 5.0** es ser **más inteligente, más ágil y más resistente** para responder a los retos económicos y energéticos a los que nos enfrentamos. En la práctica, esto se traduce en soluciones que permitirán a los técnicos de mantenimiento ser "aumentados" por la tecnología digital, proporcionándoles interacciones intuitivas, datos enriquecidos y contextualizados, así como herramientas físicas y cognitivas para apoyarles en su trabajo diario. Para Berger-Levrault, esto significa desarrollar formas innovadoras de interacción, como la integración de soluciones de realidad aumentada que creen **una continuidad entre las máquinas físicas y el sistema de información**. Pero, sobre todo, significa una transformación fundamental en el uso de las soluciones de software "tradicionales", que tendrán que reintegrarse en esta nueva generación de interactividad.

Los **gemelos digitales** desempeñarán probablemente un papel central en esta evolución. Ya no serán simples representaciones inertes, sino entidades dinámicas capaces de facilitar la modelización, la simulación, la previsión y la planificación de acciones en el mundo físico. Estas réplicas informativas permitirán una gestión más inteligente de los activos, fomentando la circularidad de los equipos, anticipando las averías y optimizando la vida útil de los recursos al tiempo que se reduce el impacto medioambiental. Constituirán la base principal de unos vínculos realistas y eficaces entre los operadores humanos y el mundo digital.

El papel de la IA en la Industria 5.0

La **inteligencia artificial multimodal** desempeñará un papel clave en esta ecuación. Gracias a la IA, las máquinas están adquiriendo actualmente la capacidad de **captar "porciones" de la realidad del mundo físico a través de los llamados sensores inteligentes** (IoT). Estos sensores captan dimensiones como el sonido o el vídeo en tiempo real. Pero también pueden reproducir elementos más sutiles, como las vibraciones o la temperatura, o imperceptibles para el ser humano, como los niveles de dióxido de carbono o ciertas frecuencias inaudibles o invisibles. El gemelo digital permitirá, por tanto, diseñar una visión holística y un análisis más fino de las situaciones para mejorar la toma de decisiones y la eficacia de las intervenciones de los operadores en entornos complejos.

"La interacción del hombre y la máquina comienza a existir desde el momento en que se puede descubrir una codificación común a ambas memorias, de modo que se pueda lograr la convertibilidad parcial de una en la otra, de modo que sea posible la sinergia."

Gilbert Simondon | Filósofo

La Industria 5.0 anuncia una era en la que la tecnología y la humanidad coevolucionan para abordar los retos económicos, sociales y medioambientales de forma colaborativa. Al fomentar la interacción entre los seres humanos y los sistemas digitales, este enfoque sitúa a las personas en el centro de las transformaciones destinadas a establecer un futuro industrial sostenible, integrador y competitivo, arraigado en nuestros territorios.

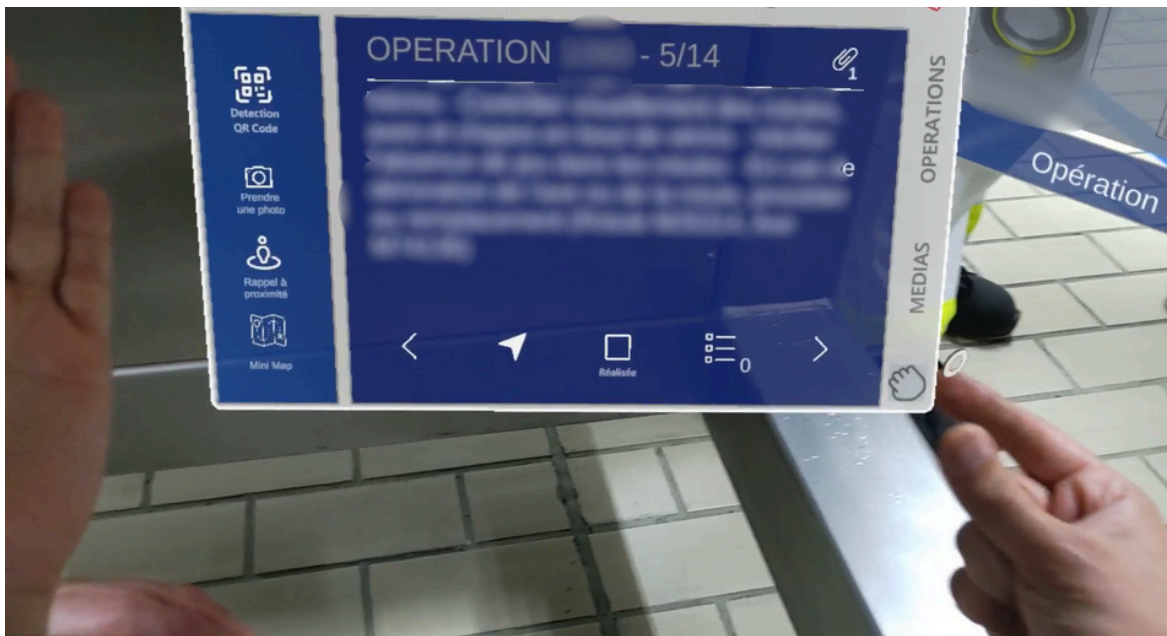
Para CARL-Berger-Levrault, esto ya se ha traducido en una serie de soluciones comercializadas o probadas por varios de nuestros clientes. Por ejemplo, MixedR mejora las capacidades de los operadores utilizando la realidad aumentada; Optim optimiza el uso de los recursos y los horarios y ya está ayudando a reducir el consumo de muchos recursos gracias a su metaheurística; BL.Predict es un elemento central de esta estrategia y nos proporciona una plataforma IoT a la altura de nuestras ambiciones futuras, facilitando la reducción del impacto energético de edificios e instalaciones industriales.



Lo mejor de ambos mundos

Las operaciones industriales se enfrentan a menudo a procesos complejos, costes elevados y riesgos de errores humanos que pueden provocar pérdidas de tiempo y reducir la eficiencia. MixedR aborda estos retos reduciendo el tiempo de inactividad de los equipos, mejorando la precisión de las intervenciones mediante datos en tiempo real y optimizando la gestión de las existencias a través de una interfaz inmersiva de realidad aumentada.

La promesa de MixedR es llevar los datos de la GMAO al campo de visión del técnico, permitiéndole **tener las manos libres mientras accede a toda la información en todo momento**. MixedR utiliza dispositivos de realidad mixta, como Microsoft HoloLens, para ofrecer experiencias inmersivas. Gracias a procesos precisos que anclan la información digital y las visualizaciones en tiempo real en el mundo físico, los técnicos tienen acceso instantáneo a la información esencial, extraída directamente de la base de datos CARL Source.



Mantenimiento de una línea de producción asistido por realidad aumentada

Además de sus proezas tecnológicas, que combinan la gestión de redes, la visualización en 3D y la interacción en el aire, MixedR ha demostrado su eficacia mediante implantaciones concretas con importantes clientes de CARL. Al facilitar **un acceso rápido e intuitivo a la información crítica**, MixedR contribuye a reducir los errores humanos, mejorar la productividad y promover operaciones más seguras.

Hemos simplificado el acceso a los conocimientos más avanzados proporcionando asistencia a través de la IA integrada en los auriculares, al tiempo que permitimos a los usuarios conectarse con expertos humanos cuando sea necesario.

Redefinir las interacciones para favorecer el rendimiento

MixedR aún está en sus inicios. Nuestros equipos también están explorando el desarrollo de diversas técnicas de interacción para facilitar la manipulación de interfaces en el espacio. Interactuar con un conjunto de ventanas flotantes es una experiencia fundamentalmente distinta de utilizar un smartphone, un teclado o un ratón. Por eso es esencial reinventar los paradigmas de interacción para democratizar el uso de la realidad aumentada.

Por ello, nuestros investigadores se centran en explorar las "interacciones oportunistas" sobre las distintas superficies disponibles en el entorno (pared, mesa, silla, cristal) o incluso sobre el cuerpo, con el fin de transformar cualquier superficie en un medio de selección, validación o acceso a la información. En definitiva, ¿necesito un smartphone si puedo utilizar simplemente el brazo o la pierna?



Trabajos de mantenimiento aumentados mediante entrada táctil con Tripad

MÁS INFORMACIÓN

- [Realidad aumentada para la teleasistencia](#)
- [Tripad: entrada táctil de realidad aumentada en mantenimiento industrial](#)



Housseem E.
Saidi



Mehdi
Ayadi



Camille
Dupré

Planear, un reto industrial y ecológico

En un entorno socioeconómico en el que aumentan las restricciones y se diversifican las necesidades, las empresas se enfrentan al reto de gestionar calendarios complejos. En el mantenimiento, en particular, **el papel del planificador es especialmente exigente**: se trata de asignar las competencias adecuadas a los trabajos necesarios, responder rápidamente a las solicitudes de mantenimiento correctivo, anticipar los trabajos preventivos sin sobrecargar los horarios diarios, minimizar los tiempos de desplazamiento para reducir el consumo de combustible y las emisiones de dióxido de carbono, respetar los horarios de trabajo, distribuir inteligentemente la carga de trabajo entre los empleados y gestionar los modos de funcionamiento multisitio o complejos, incluidos los equipos que trabajan a 3 turnos.

En este contexto, elaborar un horario eficaz representa un reto considerable.

¿Cómo optimizar la productividad en un contexto así?

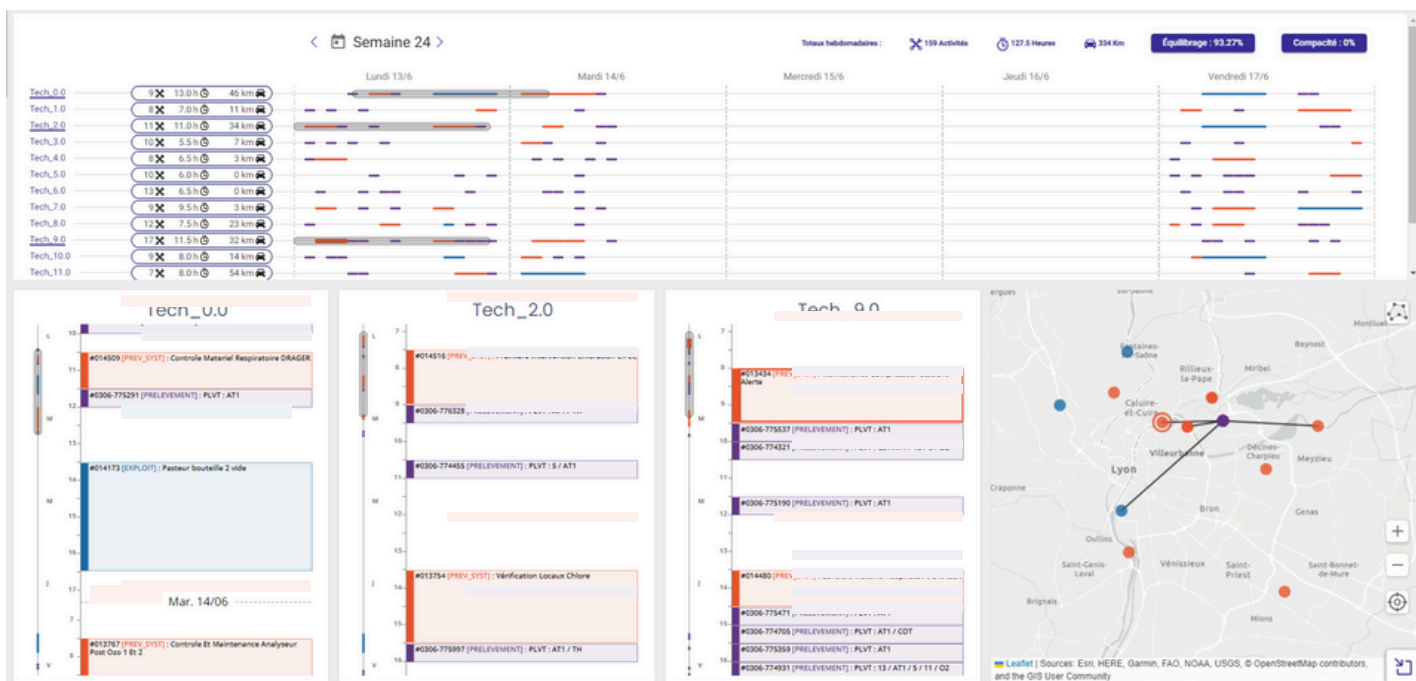
BL.Optim aborda estos retos proporcionando una solución innovadora que **automatiza la planificación y optimiza la asignación de recursos**, con el objetivo de maximizar la eficiencia al tiempo que se reducen los costes. Esta plataforma se basa en algoritmos de inteligencia artificial, conocidos como metaheurísticos, especialmente diseñados para resolver problemas para los que sería imposible probar todas las opciones disponibles.



Trabajo iterativo para integrar las realidades de nuestros clientes

En 2024, nuestros equipos pusieron a prueba esta solución con varios casos de clientes de CARL, tanto en la industria alimentaria como en la gestión de instalaciones. Este trabajo en profundidad nos ha permitido comparar las realidades extremadamente exigentes del sector con las capacidades de los algoritmos de optimización. Como resultado, hemos modelizado con gran precisión las restricciones de nuestros clientes para obtener **planificaciones que respondan a todas las exigencias organizativas y a las especificidades de la gestión de equipos de mantenimiento**. Además de este éxito inicial, BL.Optim ha reducido significativamente los tiempos de desplazamiento y los recursos necesarios, y ha liberado tiempo para los equipos de mantenimiento.

Este trabajo iterativo, que oscila entre la investigación fundamental y la innovación sobre el terreno, nos ha permitido desarrollar una solución muy flexible, capaz de adaptarse eficazmente a las diversas necesidades de nuestros clientes. Esto garantiza al mismo tiempo **el rendimiento y la escalabilidad, gracias a mejoras continuas**. Además, nuestros equipos están desarrollando un método para traducir los requisitos operativos y reglamentarios en planes de modelización matemática, alimentando así nuestros algoritmos.



Vista general de un planning generado por la plataforma BL.Optim

Ante las exigencias de rendimiento industrial que nos esperan, así como las limitaciones energéticas y medioambientales para las que debemos encontrar soluciones, los retos de la planificación distan mucho de estar resueltos. Por eso seguiremos superando los límites del estado del arte integrando en nuestros algoritmos capacidades de replanificación en tiempo real para hacer frente a las contingencias. También desarrollaremos **herramientas de simulación** para comprender, verificar y explicar las elecciones y opciones exploradas por estos algoritmos, que poco a poco se están convirtiendo en parte de nuestra vida cotidiana.

MÁS INFORMACIÓN

- [Simulación y análisis de eventos perturbadores con BL.Optim](#)
- [El caso de la planificación de la asistencia sanitaria a domicilio con el nuevo modelo BL.Optim](#)



Clément
Colin



Florent
Mouysset



Housseem E.
Saidi



Kevin
Ducharlet



Liwen
Zhang



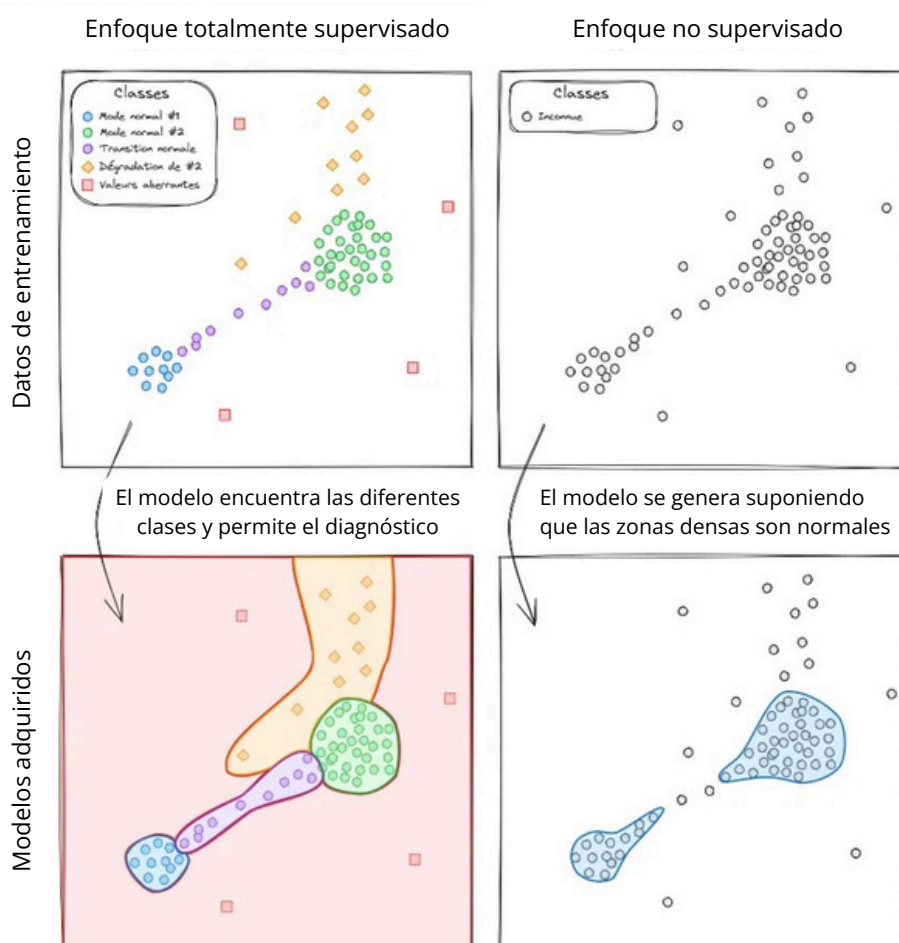
Sara
Maqrot

Aprendizaje federado para el mantenimiento predictivo

Combinada con el Internet de las Cosas (IoT), la IA permite analizar datos de diversos sensores y **prevenir posibles fallos** de los equipos antes de que se produzcan. La IA transforma estos datos en información precisa que permite a los gestores planificar intervenciones específicas, minimizando así las interrupciones imprevistas y los costes asociados. Este principio, conocido como mantenimiento predictivo, no sólo optimiza el rendimiento operativo del mantenimiento, sino que también **prolonga la vida útil de los equipos** críticos.

Automatizar el descubrimiento del comportamiento de las máquinas

En concreto, esto significa **desarrollar algoritmos de detección de anomalías**. Hemos desarrollado métodos no supervisados para identificar anomalías en flujos de datos de redes de sensores, basados en enfoques híbridos de inteligencia artificial. En los últimos años, hemos experimentado con varios algoritmos innovadores, como DyCF y DyCG, que aprovechan las propiedades de la función de Christoffel y reducen los requisitos de parametrización.



Diferentes niveles de supervisión para la detección de anomalías

La detección de anomalías es un reto complejo, influido por el contexto, en el que los fallos en máquinas idénticas pueden manifestarse de forma diferente. Para ser eficaces, las inteligencias artificiales deben tratar las especificidades contextuales al tiempo que generalizan los elementos comunes. Por ello, los equipos de investigación se centran en **el aprendizaje federado en el ámbito del mantenimiento predictivo**. Además, este enfoque permite entrenar modelos en dispositivos periféricos, lo que reduce los costes de transmisión de datos y los riesgos de confidencialidad. Explora los datos locales para crear un modelo global robusto, respetando al mismo tiempo la diversidad de equipos y contextos industriales.



En 2024, abordamos los retos prácticos de la vigilancia de las cintas transportadoras de equipaje aprovechando la promesa del aprendizaje federado. Examinamos las mejores horas para entrenar los modelos y la selección de bordes, teniendo en cuenta los horarios de los aeropuertos en diferentes zonas horarias. Nuestro análisis reveló que los periodos óptimos para el entrenamiento no se limitan a la noche, sino que varían según las zonas horarias y el tiempo estimado necesario. Por ejemplo, los datos de los aeropuertos de Zagreb y Christchurch muestran que ciertas horas del día pueden ser especialmente ventajosas.

También comparamos el Clustered Federated Learning con el Traditional Federated Learning utilizando nuestro algoritmo FeDStack. Los resultados indican que el aprendizaje federado mejora significativamente el rendimiento del transportador en comparación con el aprendizaje tradicional, mientras que el aprendizaje agrupado refuerza esta mejora gracias a la homogeneidad estadística de los datos.

Al integrar estos enfoques, **la IA está revolucionando las prácticas** de mantenimiento industrial al ofrecer soluciones que combinan **precisión, sostenibilidad y respeto por las limitaciones operativas**. Ya sea mediante la detección proactiva de anomalías o el entrenamiento colaborativo de modelos predictivos, la IA está estableciendo un estándar nuevo e indispensable para la gestión optimizada de activos industriales.

MÁS INFORMACIÓN

- [Aprendizaje federado, una ventaja de seguridad para el mantenimiento de datos locales](#)
- [Detección automática de anomalías con BL.Predict](#)
- [Alstef Groupe: la GMAO para el mantenimiento de los sistemas de clasificación de equipajes](#)



Youssef
Miloudi



Sébastien
Dufour



Mehdi
Kandi



Kevin
Ducharlet



Karim
Boutamine



Jean-Michel
Joerger



Hamza
Safri

Predicciones para los próximos 5 años

- 🧐 **La realidad aumentada y la interacción vocal** están adquiriendo un papel predominante **en el día a día de los técnicos de mantenimiento.**
- 🧐 Las herramientas de GMAO **se enriquecen con numerosos modelos de IA** para anticipar las averías, optimizar los calendarios y gestionar automáticamente las existencias.
- 🧐 **La GMAO** recopila información procedente de diversas fuentes de datos, poniendo en común los puntos comunes de los fabricantes de equipos y abriendo **una economía de datos.**

Nuestras publicaciones científicas 2024

Colin, C., Vinasco-Alvarez, D., Samuel, J., Servigne, S., Bortolaso, C., & Gesquière, G. (2024). A model-driven methodology for integrating heterogeneous 3D geospatial urban entities. *AGILE: GIScience Series*, 5, 1-11. <https://doi.org/10.5194/agile-giss-5-3-2024>

Ducharlet, K., Travé-Massuyès, L., Lasserre, J.-B., Le Lann, M.-V., & Miloudi, Y. (2024). Leveraging the Christoffel function for outlier detection in data streams. *International Journal of Data Science and Analytics*. <https://doi.org/10.1007/s41060-024-00581-2>

Dupré, C., Appert, C., Rey, S., Saidi, H., & Pietriga, E. (2024, mai 11). TriPad: Touch Input in AR on Ordinary Surfaces with Hand Tracking Only. *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Honolulu, Hawaiï, USA. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642323>

Safri, H., Kandi, M. M., & Miloudi, Y. (2024, septembre 17). Towards Efficient Belt Conveyor Maintenance: Leveraging Federated Learning. *The 2nd IEEE International Conference on Federated Learning Technologies and Applications (FLTA24)*. Valencia, Espagne.

Safri, H., Papadimitriou, G., & Deelman, E. (2024). Dynamic Tracking, MLOps, and Workflow Integration: Enabling Transparent Reproducibility in Machine Learning. *2024 IEEE 20th International Conference on e-Science (e-Science)*, 1-10. <https://doi.org/10.1109/e-Science62913.2024.10678658>

Safri, H., Papadimitriou, G., Desprez, F., & Deelman, E. (2024). A Workflow Management System Approach To Federated Learning: Application to Industry 4.0. *20th International Conference on Distributed Computing in Smart Systems and the Internet of Things, DCOSS-IoT 2024*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, April 29 - May 1, 2024, 259-263. <https://doi.org/10.1109/DCOSS-IOT61029.2024.00047>

Zhang, L., Maqrot, S., Mouysset, F., & Bortolaso, C. (2024, septembre). BL.Optim: An OptaPlanner based optimizer towards resolution of large-scale realistic scheduling and routing problems. *International Conference on Operations Research (OR 2024)*. <https://hal.science/hal-04699740>



Asociaciones & Ecosistema

El ecosistema de socios del DRIT permite organizar **colaboraciones dinámicas** entre los sectores público y privado. Esta diversidad de agentes constituye una baza estratégica que nos permite innovar y **aportar soluciones tangibles a los retos tecnológicos actuales**. Pero, sobre todo, estas interacciones nos permiten centrarnos en los retos reales que se reflejan en las dificultades y expectativas de nuestros usuarios.

Asociaciones públicas

Nuestros equipos de investigación e innovación llevan más de 15 años colaborando estrechamente con universidades e institutos de investigación. Entre ellos se encuentra el **Instituto Nacional de Investigación en Ciencias y Tecnologías Digitales (Inria)**, con el que hemos firmado un acuerdo de asociación estratégica en 2021 para desarrollar soluciones digitales basadas en la investigación. También estamos llevando a cabo un gran número de tesis en colaboración con Inria, centradas en aplicaciones concretas e innovadoras, especialmente en Ingeniería de Software e Industria 5.0.

Cabe destacar que, desde 2022, Berger-Levrault codirige **un equipo de proyecto conjunto** denominado Evolución reflexiva de los sistemas de software eternos (EVREF), que nos permite contribuir a todos nuestros trabajos de ingeniería de software. El año 2024 marca un nuevo refuerzo de nuestra colaboración con Inria con la puesta en común de nuestra hoja de ruta a largo plazo en Inteligencia Artificial.

Asimismo, se ha establecido un acuerdo marco quinquenal con el **Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS)** para llevar a cabo proyectos de investigación conjuntos. Estos acuerdos nos permiten beneficiarnos de conocimientos científicos punteros y contribuir activamente al avance de la investigación fundamental y aplicada.



Inria y Berger-Levrault se reúnen en el marco de la asociación estratégica para un futuro digital más responsable

Inria



Asociaciones privadas

Nuestro equipo de investigación e innovación también cuenta con el apoyo de una red de empresas innovadoras, start-ups tecnológicas, clientes y socios industriales. Este ecosistema fomenta proyectos de investigación aplicada y el desarrollo de productos y servicios que responden directamente a las necesidades del mercado.

Por ejemplo, trabajamos con Adeunis para desarrollar **una solución de mantenimiento conectado** basada en tecnologías IoT, que permite **supervisar en tiempo real los equipos técnicos** de los edificios. Esta colaboración nos ha permitido implantar una solución de mantenimiento predictivo a partir de datos procedentes de sensores, mejorando así la capacidad de respuesta de las intervenciones y reduciendo los costes asociados a las averías imprevistas.

Algunos de nuestros socios industriales colaboran con nosotros en la implantación de Productos Mínimos Viables (PMV) para evaluar nuestras innovaciones en condiciones reales. Por ejemplo, importantes empresas de los sectores agroalimentario y minorista han participado en la implantación de MixedR, nuestra solución de mantenimiento aumentado. Del mismo modo, autoridades locales y grandes grupos internacionales han colaborado en el desarrollo y despliegue de BL.Predict, una plataforma IoT dedicada al mantenimiento predictivo de equipos.



Solución Smart Delta P - Una colaboración entre Adeunis y Carl Berger-Levrault

Estas sinergias se persiguen activamente y contribuyen a acelerar **la aplicación de las innovaciones para los usuarios**. Sobre todo, nos ayudan a adecuar nuestra inversión en investigación a las expectativas en términos de innovación.

Reunir a expertos académicos y socios industriales en torno a las líneas de negocio de Berger-Levrault es el núcleo de la estrategia de innovación de Berger-Levrault. Este enfoque encarna el compromiso de Berger-Levrault de ampliar los límites de la tecnología, al tiempo que permanece conectado a las realidades concretas del campo.



Anaïs
Vatinel



Thierry
Thepaut

Aspectos destacados | Una resonancia internacional



25/03 - 28/03 | Paris

Estand en Global Industrie con CARL Berger-Levrault, **para promover BL.Predict**, nuestra plataforma AI/IoT para la gestión de equipos e infraestructuras

Youssef Miloudi, Thierry Thepaut



29/04 - 01/05 | Emiratos Árabes Unidos

Conferencia Internacional sobre la **Computación Distribuida en Sistemas Inteligentes e Internet de los Objetos** | DCOSS-IOT

Hamza Safri : *"A workflow Management System Approach To Federated Learning"*



11/05 - 16/05 | Estados Unidos de América

Conferencia Internacional sobre los **Factores Humanos en los Sistemas de Información** | ACM CHI 2024

Camille Dupré : *"TriPad: Touch Input in AR on Ordinary Surfaces with Hand Tracking Only"*



25/06 | En línea

Webinar coorganizado con CARL Berger-Levrault en el que se desvelan los retos actuales y las perspectivas **del mantenimiento 5.0**

Christophe Bortolaso, Laurent Truscello
"Les bénéfiques de l'IA appliquée à la GMAO !"

Aspectos destacados | Una resonancia internacional



08/07 - 11/07 | Lille

Conferencia Internacional European Smalltalk **User Group** | ESUG 2024 & **Premio a la mejor ponencia** para Gabriel por su trabajo sobre **pruebas unitarias de aplicaciones de software**

Gabriel Darbord "*Modest-Pharo: Unit Test Generation for Pharo Based on Traces and Metamodels*"



12/09 | Paris

Lanzamiento del proyecto P16 de Inria sobre soberanía digital, para desarrollar **tecnologías digitales de código abierto e interoperables**

Christophe Bortolaso | Asociación estratégica entre Berger-Levrault e Inria



06/11 | Lille

Entrega del **premio de Ciencia Abierta** a Benoit por su tesis con Berger-Levrault (defendida en 2021) sobre **las interfaces gráficas de software**

Benoit Verhaeghe : "*Incremental approach for application GUI migration using metamodels*"

Todas las noticias de Investigación e Innovación en www.research-bl.com



Gaëlle
Baudry

¡Está en la prensa!



Berger-Levrault et Inria : un partenariat stratégique pour un numérique plus responsable



2 octobre 2024, par Thomas Calvi.

Depuis 2017, l'éditeur de logiciels Berger-Levrault, et Inria, l'Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique, travaillent de concert pour accélérer le développement de solutions numériques basées sur l'IA destinées aux acteurs des collectivités, de la santé et de l'industrie auxquels Berger-Levrault adresse. Ils ont récemment présenté les résultats concrets de leur collaboration.

L'IA générative au service des pratiques métier des utilisateurs de Légibase Collectivités



Du machine Learning à l'IA générative – L'innovation au service de la maintenance

Comment le Machine Learning et l'IA générative redéfinissent la maintenance pour plus d'efficacité.



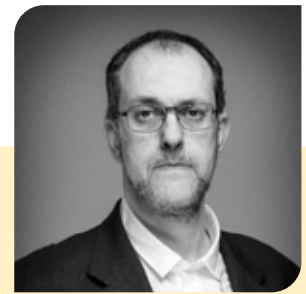
L'assistant intelligent de WeMagnus : une innovation numérique pour simplifier la vie des secrétaires généraux de mairie



Innovar para reinventar: el reto Berger-Levrault

¿Qué justifica un enfoque de Investigación e Innovación (I+I) en una empresa como Berger-Levrault, aparte de la afirmación generalmente aceptada de que es un verdadero vector de crecimiento para la empresa? ¿Por qué invertir en actividades de investigación que son claramente complejas, lentas, difíciles de gestionar y cuya organización lleva mucho tiempo? Dicho de otro modo, ¿necesita realmente Berger-Levrault este tipo de enfoque para marcar una fuerte diferencia en sus mercados e innovar?

Para entender lo que está en juego, veamos algunos antecedentes de los mercados y negocios de Berger-Levrault. Para empezar, producimos herramientas y soluciones de gestión que muy a menudo requieren un alto nivel de conocimientos técnicos y un sólido conocimiento del cliente. En segundo lugar, **nuestras soluciones abordan esencialmente actividades cotidianas**, desde la gestión urbana hasta el mantenimiento industrial. Se trata de procesos que inevitablemente tienen un impacto directo en la vida de los ciudadanos, en el trabajo de los empleados y en el funcionamiento de los servicios y operaciones en general. A pesar de las apariencias, estos procesos son intrínsecamente complejos, porque están directamente relacionados con las consideraciones operativas mismas de la vida cotidiana. También hay que recordar que, por lo general, a la investigación le cuesta responder a este tipo de complejidad tan tangible y tan operativa.



Mustapha Derras

*Director de Investigación e
Innovación Tecnológica
Berger-Levrault*

Por último, parece difícil revolucionar las profesiones afectadas, a menudo atadas por hábitos y formatos que las constriñen y les imponen múltiples obligaciones, lo que añade una dificultad añadida a nuestro trabajo.

Es precisamente este contexto exigente y aparentemente inocuo el que motiva una auténtica innovación que rompa con los productos y soluciones establecidos. Son los planteamientos transformadores a priori fuertes los que pueden aportarnos la diferencia clave para cada una de nuestras soluciones. Nuestro objetivo no es simplemente mejorar lo que ya existe, sino establecer nuevas bases sólidas que nos permitan realizar cambios audaces e innovadores. Evitando enfoques simplistas, Berger-Levrault ancla su acción más allá de las habituales evoluciones tecnológicas o funcionales, y adopta **una perspectiva global que valora la reinención profunda de las líneas de negocio**.



La Dirección de Investigación e Innovación Tecnológica (DRIT) aspira a **crear nuevas plataformas** diseñadas para proyectar todas nuestras actividades hacia nuevos paradigmas. Estos nuevos paradigmas están impulsados por la IA, los algoritmos de nueva generación, las arquitecturas distribuidas en la nube y todas las nuevas limitaciones que pueblan nuestra vida cotidiana. A diferencia de los avances tecnológicos del pasado, se está configurando una nueva dinámica que combina múltiples avances y crea un enfoque totalmente nuevo de lo digital. Esta transformación no se limitará a mejorar las prácticas actuales, sino que las reacondicionará por completo, redefinirá las profesiones, reconfigurará los procesos y establecerá gradualmente un espacio digital completamente nuevo, tanto en los establecimientos públicos como en los privados. Las oportunidades de negocio son por tanto numerosas, pero ya no son tan inmediatas y obvias de definir y aprovechar como antes. La nueva oleada de transformaciones requerirá **una atención al cliente más sofisticada**, así como **competencias técnicas y expertas mucho más sólidas**. Es probable que esta revolución reconfigure todo el panorama durante la próxima década.

Ahí radica precisamente la razón de ser de la DRIT. Lo que motiva a la DRIT es su ambición de desplegar soluciones que no sólo sigan estas nuevas tendencias, sino que estén a la vanguardia de esta revolución tecnológica. Su papel se ve reforzado por casi 15 años de construcción de enfoques sólidos, una dinámica ágil y competencias técnicas e intelectuales avanzadas, acompañadas de una mentalidad en constante evolución que es esencial para el éxito. Creemos firmemente que esta capacidad de evolucionar y reinventarnos constantemente es nuestra mejor carta para afrontar los trastornos que se avecinan.

Es esta adaptabilidad y voluntad de anticipar y aprovechar nuevas oportunidades lo que nos permitirá seguir siendo líderes en nuestros mercados. **Berger-Levrault está preparada para asumir este reto**, y estamos convencidos de que la innovación a través de la investigación, lejos de ser una opción, es una necesidad imperiosa si queremos asegurar nuestro futuro común y prosperar en un entorno cada vez más complejo.



Apoyamos la siguiente síntesis de las ideas de J.B. Lamarck y C. Darwin:

"No son los más fuertes los que sobreviven, ni los más inteligentes, sino los que sobreviven al aumento de la complejidad, los que mejor se adaptan y más rápidamente reaccionan al cambio. Cosechan los mayores beneficios y se preparan invariablemente para la próxima transformación."

Jean-Baptiste Lamarck + Charles Darwin | Naturalistas



#InnoByBL

ANUARIO 2024 - Investigación & Innovación

Berger-Levrault
Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica
64 rue Jean Rostand
31 670 Labège (Francia)

www.research-bl.com