

EXASCALE: Proyecto Mont-Blanc

Exascale: Mont-Blanc Project

*Autor Steven González Zúñiga
Ingeniería de Sistemas
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Santander
e-mail: steven_mix@hotmail.com*

*Autora Yaddy Katherin Rojas Santos
Ingeniería de Sistemas
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Santander
e-mail: katysantos424@gmail.com*

Abstracto – este proyecto tiene como finalidad u objetivo encontrar una solución para la limitación del consumo energético que pudieran poseer los sistemas Exascale futuros incorporando en estos una rentabilidad y eficiencia con el uso de procesadores de bajo consumo.

Abstract - This project aims or objective to find a solution to the limitation of energy consumption that might have future Exascale systems incorporating these profitability and efficiency with the use of low-power processors

INTRODUCCIÓN

La computación *Exascale* se refiere a los sistemas de computación con la capacidad de realizar un mínimo de un exaFlops (10^{18}) cálculo por segundo, con esto podríamos suponer un avance o logro significativo en la innovación y evolución de la ingeniería informática, puesto que con esto podríamos llegar a aumentar la capacidad del nivel de procesamiento de los supercomputadores actuales e incluso superar la potencia del procesamiento que posee el cerebro humano a nivel neuronal, todo esto sin aumentar radicalmente la tasa de consumo energético; debido a esto el objetivo del proyecto europeo *Mont-Blanc* fue el diseño de nuevos tipos de arquitectura de ordenador capaz de establecer futuras normas HPC globales, construido por las soluciones eficientes de energía utilizadas en dispositivos embebidos y móviles, el objetivo consiste en establecer las futuras normas de computación de alto rendimiento HPC a través de la utilización de la tecnología de ARM para desarrollar sistemas de HPC de eficiencia energética., en una de las fases se enfocó en un co-diseño para asegurar las nuevas innovaciones de hardware y se traducen

fácilmente (ofrece el nivel de relación energía/rendimiento al ejecutar aplicaciones reales).

ESTADO DEL ARTE

Desde el 2011 el objetivo principal del Mont-Blanc es diseñar un tipo de arquitectura de computadores capaz de establecer futuras normas HPC mundial, el cual al día de hoy ha sido seleccionado como uno de los finalistas del SC16, se espera que en 2017 los supercomputadores alcancen una potencia de cálculo de 200 Petaflop/s con un límite de consumo energético de 10 MW.

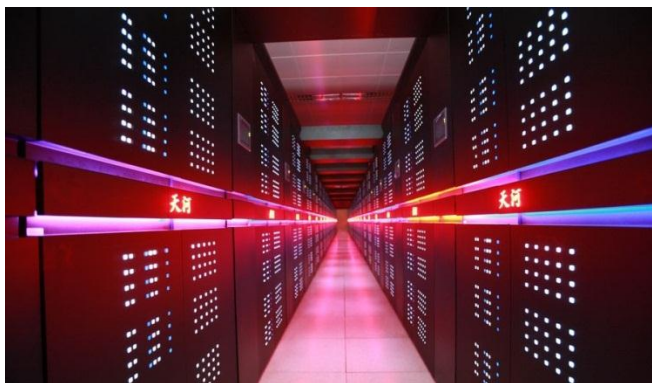


Desde el 2013 hasta el 2016 se tiene previsto la creación de un prototipo del nodo de computo usando en este la arquitectura de ***Mont-Blanc Exascale***, realizando o implementando el software de pila en el sistema *Mont-Blanc* con énfasis en ciertas herramientas de la programación (depuración, análisis de rendimiento), con la capacidad de recuperación del sistema, y el soporte de ARM implementado los pequeños sistemas de clúster con los cuales se

probaran los nuevos procesadores los cuales estos no estaban disponibles para el prototipo original del proyecto **Mont-Blanc** (tanto los procesadores móviles como los chips para servidores ARM), con esto se tiene argumentado proporcionar un apoyo continuo para todos los consorcios de **Mont-Blanc** con la idea e intención de especificar todas aquellas operaciones que están implementadas en el prototipo y adicionalmente ofrecer un apoyo práctico para todo los desarrolladores de aplicaciones.

Asimismo, Haciendo un cálculo rápido sabemos que el actual supercomputador número 1 en la lista del top 500, que es el **Tianhe-2** de China, consume unos 20 megavatios (MW) concretamente 17,6 MW, y aproximadamente un Exascale sería 30 veces más rápido (34 PFLOPS), por lo tanto podemos determinar que trazando una línea, un supercomputador Exascale consumiría unos 600 MW.

Teniendo con esto un objetivo para el 2020 el cual es que lleguen a 1000 Petaflop/s (1 Exaflop/s) con un consumo de 20 MW, lo que supondría una eficiencia Energética 20 veces mejor que las máquinas que menos consumen en la actualidad, superando el mejor supercomputador actual **Tianhe-2** de China.



Para ello, la arquitectura del sistema en Mont-Blanc contará con procesadores ARM de bajo consumo, que también se utilizan en telefonía móvil. Se prevé que se reduzca el consumo de energía de 4 a 10 veces respecto a las tecnologías actuales.

Esto se debe a que los procesadores ARM poseen una cantidad menor de procesadores lo cual conlleva a que la disipación de calor que estos poseen sea menor q los otros procesadores, por esta razón consumiendo una

menor cantidad de energía y también son de bajo costo y asequible en el mercado.

HISTORIA

Primero empezaremos con la historia de la idea de los supercomputadores que empezó en la época de los años 60, en la compañía Control Data Corporation que el rendimiento era en KFLOPS que en ese entonces fue implementar diseños sin válvulas, en los 70 Seymour Cray abandona esta compañía creando uno de 80 MFLOPS. Incorporo potentes procesadores vectoriales mostrando un buen rendimiento en contextos escalares, gracias a Cray fue la punta de lanza hasta finales de los 80.

La estrategia en ese entonces consistía en poner a trabajar a auténticos mastodones con una impresionante capacidad de cálculo individual (comparado con los procesadores de la época) .



Pero tenía inconvenientes con el consumo energético que no hacía más que crecer con cada nueva implementación, y cada vez se generaba calor y el coste de fabricación aumentaba.

Los microprocesores estaban cosechando un gran éxito en el sector doméstico, haciendo que los costos de fabricación de estos componentes fueran cada vez más bajos. Aunque comparando con un superprocesador vectorial, los microprocesadores de la época ofrecían un rendimiento muy inferior, la diferencia de precio y consumo energético revelaba que quizá era más interesante abandonar y construir un superordenador con muchos microprocesadores.

Lo que ha cambiado con el tiempo es que algunos modelos están utilizando una combinación

heterogénea de procesadores (por ejemplo, CPU y GPU) para disminuir el consumo energético sin perder rendimiento.

Actualmente el *Tianhe-2* es el superordenador más rápido del mundo con casi 34 PFLOPS, y el objetivo de la supercomputación es superar la barrera de los exaFLOPS, pero antes se tiene que lidiar con una gran inconveniente: *el consumo energético del tianhe-2*, sin tener en cuenta la refrigeración, solo consume unos 18 MW.

IDEA GENERAL Y CONCEPTUALIZACIÓN

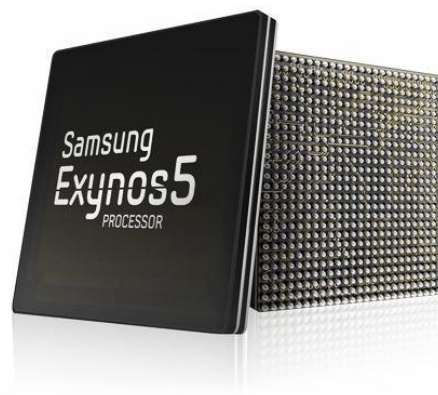
En la actualidad la evolución y progreso de los supercomputadores se vio paralizado por un problema que se les presentaba a la hora de innovar, este problema era el consumo energético de estos supercomputadores, esto debido a que al aumentarle la potencia del procesador requería un mayor flujo de energía para la realización de sus procesos, por esta razón se comenzó el uso de varios núcleos conjuntamente unidos, que el de un núcleo individual. Pero aun así no daba solución al problema del sobreconsumo de energía de los supercomputadores; y lo más importante es que aunque se les aumentara la potencia de estos sin importar su consumo energético no se aseguraba que estos fueran a aumentar su velocidad de procesamiento real.

Para hallar la solución a este inconveniente los investigadores se dieron cuenta que una posible solución podría encontrarse o hallarse en los Smartphone y Tablets que hay en la actualidad, teniendo esto en mente el objetivo de **Mont-Blanc** fue el de implementar estas tecnologías a gran escala en los sistemas de los supercomputadores esperando así que esto resolviera el problema que no los dejaba avanzar.

El proyecto **Mont-Blanc** tiene como único objetivo el encontrar una solución a las limitantes de consumo energético para los futuros sistemas Exascale el cual fue concebido en el centro de supercomputación de Barcelona, teniendo la iniciativa de pretender crear un superordenador con el uso de los procesadores encontrados en dispositivos como Tablets y Smartphone.

La principal razón de Mont-Blanc para implementar estas tecnologías en los superordenadores es debido a que por el gran incremento del mercado de estos dispositivos en los últimos años hoy en día, los chips

ARM son los más vendidos y por consecuencia sus costos de fabricación bajan cada vez más, mientras que su rendimiento aumenta con cada generación, un ejemplo claro sería la capacidad que nos puede ofrecer un Intel i7 es de unos 150 GFLOPS esto siempre y cuando estén dispuestos a pagar su alto precio, en cambio al hacer la comparación con un Exynos 5 dual del Nexus 10 tiene un precio mucho más económico y accesible a las posibilidades de cualquier persona o individuo, y este nos ofrece una CPU de 7 GFLOPS además de una GPU de 70 GFLOPS, con esto podemos ver la mejora de beneficios en cuanto a costo, por lo que se hace mucho más rentable y eficiente el uso de estas tecnologías móviles en lugar de las tecnologías de procesadores de computadores.



El proyecto **Mont-Blanc** hizo la presentación de su primer prototipo el pasado 14 de noviembre, este prototipo estaba basado en este SoC en el SG13 de Denver, se encuentra conformado por una topología de 810 Exynos 5, con los cuales este sistema llegó a proporcionar una potencia de 26 TFLOPS, estas cifras aunque no sean de las más altas en el campo de la supercomputación son muy prometedoras para este proyecto que se quiere desarrollar, aunque cuando se presentó este prototipo aun le hacía falta la

optimización de procesos por aplicar en la implementación.

Teniendo esto presente este aspecto no es el más destacado del prototipo, lo realmente interesante es la eficiencia energética que se dio en el prototipo presentado por **Mont-Blanc**, para realmente poder decir que el prototipo fue un éxito y que es un gran avance en las ambiciones y objetivos del proyecto **Mont-Blanc**, hay que hacer una comparación de ratio de FLOPS por vatio consumido (FLOPS/W). Esto se debe a que el éxito o fracaso de este proyecto consta en la cantidad de FLOPS que este pudiese llegar a producir o proporcionar por solo un vatio de potencia, esto se debe a que se tendrá una mayor eficiencia en el uso o consumo de energía.

Otro proyecto de **Mont-Blanc** fue un prototipo el cual fue basado en Tegra 2, el cual proporcionaba cifras alrededor de los 0.15 GFLOPS/W mientras que el prototipo basado en Exynos 5 en estos momentos ya estaba produciendo 2 GFLOPS/W, con estos 2 prototipos **Mont-Blanc** logro poner su nombre entre las primeras posiciones del top Green 500 esto sin duda alguna fue un salto importante para **Mont-Blanc**, ya que la primera posición cuenta con 4.5 GFLOPS/W y la décima posición ya decae a 2.3 GFLOPS/W, estos datos confirman las esperanzas que se tienen para alcanzar la meta final del proyecto de supercomputación.

Aun así los logros que se quiere llegar a conseguir **Mont-Blanc** no se dan solo por el uso de procesadores de dispositivos móviles debidamente unidos sino que también **Mont-Blanc** está logrando este aspecto con el uso de GPUs (*Graphics Processor Unit - Unidad de procesamiento gráfico*), esto es debido a que el principal factor que las GPU aportan al beneficio del ahorro energético es que pese a que en un inicio el consumo de energía producido por estas es mayor que producido por una CPU también es cierto que el rendimiento que se obtiene de la GPU es muy superior al obtenido por las CPU, es decir las GPU son un medio más viable para el logro final del proyecto **Mont-Blanc** debido a que estas nos dan una mayor potencia de GFLOPS por vatio consumido (GFLOPS/W); es mucho mayor al que se obtendría con el uso de CPU.

El marco que actualmente posee Mont-Blanc existen 4 pequeños clusters ARM en activo. Todos estos

clusters basados en dispositivos comunes y fáciles de adquirir en el mercado actual

- **Cluster arndale:** este cluster dispone de 3 nodos los cuales están basados en placas de desarrollo arndale, cada nodo está equipado con un SoC Samsung Exynos 5 dual con una GPU de 8 núcleos ARM (2x cortex-A15@ 1'7 Ghz) y una GPU ARM Mail-Tg04 cuenta con 2 GB de RAM DDR3L.



- **Cluster Odroid** este cluster Tiene 24 nodos los cuales están basados en placas de desarrollo Odroid-XU. Cada cluster de estos nodos dispone de un SoC Samsung Exynos 5 Octa con una CPU de 8 núcleos ARM (4x Cortex-A15@1'6 Ghz + 4x Cortex-A7@1'2 Ghz) y una GPU PowerVR SGX544MP3. Cuenta con 2 GiB de RAM LPDDR3



RESULTADOS

- **Cluster Jetson.** Este cluster Hace uso de 8 nodos los cuales están basados en placas de desarrollo NVIDIA Jetson. Estas placas integran el SoC Tegra K1 consistente en una CPU de 5 núcleos ARM (4x Cortex-A15@2'3Ghz + 1x Cortex-A) y una GPU NVIDIA Kepler con 192 núcleos CUDA. La RAM es de 2 GiB DDR3.



- **Cluster Octodroid** en este cluster Sus nodos emplean placas de desarrollo Odroid-XU3. Cada uno de estos clusters dispone de un SoC Samsung Exynos 5 Octa con una CPU de 8 núcleos (4x Cortex-A15@2 Ghz + 4x Cortex-A7@1'4 Ghz) con una GPU ARM Mali-T628 MP6. Tienen 2 GiB de memoria LPDDR3.



El resultado más satisfactorio se obtuvo el lunes 18 de julio del presente año, se anunció que el documento “*el prototipo del Mont-Blanc: un enfoque alternativo para sistemas HPC*”. Presento el prototipo de *Mont-blanc*, una breve descripción de este ¹

“ HPC systems are usually designed using the state-of-the-art devices. On the other side, the much larger embedded and mobile market allows for rapid development of IP blocks, and provide more flexibility in designing an application-specific SoC, in turn, providing the possibility in balancing performance, energy-efficiency, and cost. We advocate for alternative HPC systems to be built from such commodity IP blocks, currently used in embedded and mobile SoCs. As a first demonstration of such an approach, we present the Mont-Blanc prototype; the first HPC system built with commodity SoCs, memories, and NICs from the embedded and mobile domain, and off-the-shelf HPC networking, storage, cooling, using standard integration solutions. In this paper we present the system's architecture and evaluate both performance and energy-efficiency. Further, we compare the system's abilities against a production-level supercomputer. Finally, we discuss parallel scalability and estimate the maximum parallel scalability point of this approach. ”

“sistemas HPC se diseñan generalmente utilizando los dispositivos del estado de la técnica. Por otro lado, el mercado mucho más grande incorporado y móvil permite un rápido desarrollo de bloques IP, y proporcionar más flexibilidad en el diseño de un SoC específica de la aplicación, a su vez, proporcionar la posibilidad de equilibrar el rendimiento, la eficiencia energética, y el costo. Abogamos por sistemas HPC alternativas que se construyen a partir de tales bloques de propiedad intelectual de los productos básicos, que se utilizan actualmente en los SoC embebidas y móviles. Como primera demostración de un enfoque de este tipo, se presenta el prototipo de Mont-Blanc; el primer sistema HPC construido con los SoC de las materias primas, memorias y tarjetas de red desde el dominio incrustado y móviles y redes HPC off-the-shelf, almacenamiento, refrigeración, utilizando soluciones de integración estándar. En este artículo se presenta la arquitectura del sistema y evaluar el rendimiento y la eficiencia energética. Además, comparamos las capacidades del sistema

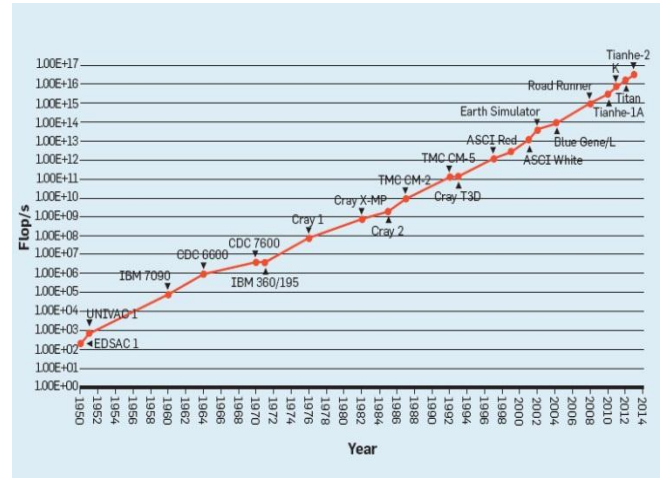
1

contra un superordenador a nivel de producción. Finalmente, se discute la escalabilidad paralela y calculamos el punto de escalabilidad paralela máximo de este enfoque.”

Se presentó el prototipo *Mont-Blanc* como el primer sistema HPC construido con los SoC de las materias primas, memorias y tarjetas de red desde el dominio incorporado y móvil, fuera de la plataforma de soluciones de redes HPC, almacenamiento, refrigeración y de integración; incluyendo la comparación entre las capacidades del sistema contra los superordenadores nivel de producción.

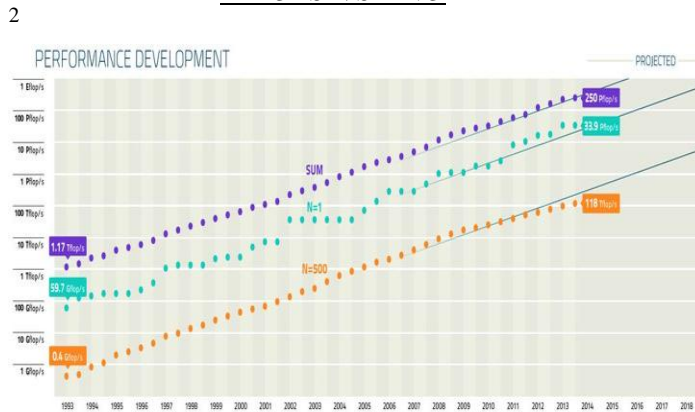
Concluyeron con una escalabilidad paralela y una estimación del punto de máxima escalabilidad respecto a este enfoque a través de un conjunto de aplicaciones.

3 Exascale Computing y big Data VS year



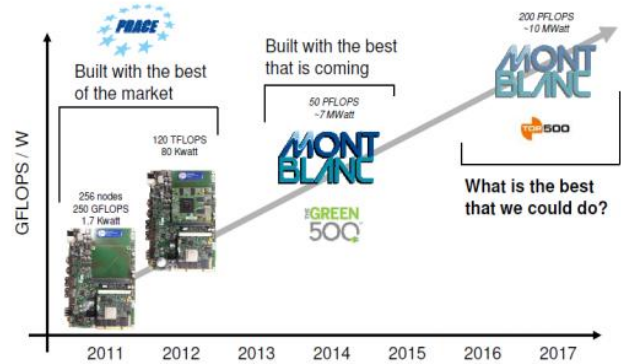
GRÁFICAS

TFLOPS VS AÑO



El incesante crecimiento de la potencia de cálculo de los ordenadores ha hecho que se quede atrás la barrera del PetaFLOPS de potencia. Hoy en día los expertos tratan de vislumbrar cuales son las tecnologías que permitirán llegar al hito del ExaFLOPS y desarrollarlas. El incremento exponencial de la potencia de los ordenadores es una constante desde su invención.

GFLOPS / W VS AÑO



² http://www.ehu.es/ehusfera/hpc/files/2013/11/top500_2013-11.png

FIGURAS Y TABLAS

EL TOP 10 ACTUAL

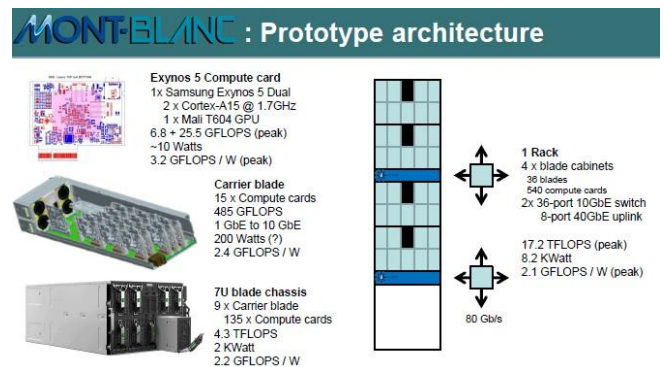
	Nombre	Fabricante	País	Año	TFLOPS
1	Tianhe-2 (MilkyWay-2)	NUDT	China	2013	33.862,7
2	Titan	Cray Inc.	Estados Unidos	2012	17.590
3	Sequoia	IBM	Estados Unidos	2011	17.173,2
4	RIKEN K	Fujitsu	Japón	2011	10.510
5	Mira	IBM	Estados Unidos	2012	8.586,6
6	Piz Daint	Cray Inc.	Suiza	2012	6.271
7	Stampede	Dell	Estados Unidos	2012	5.168,1
8	JUQUEEN	IBM	Alemania	2012	5.008,9
9	Vulcan	IBM	Estados Unidos	2012	4.293,3
10	SuperMUC	IBM	Alemania	2012	2.897

Los 10 mejores ordenadores entre esas en primer lugar está el *Tianhe-2* seguido de *Titan*



- CPU Cortex-A15@1.7GHz~~V~~singular~~3rd doble núcleo.
- GPU ARM Mali T-604 (OpenCL 1.1 capaz).

⁴ Bastidor de Mont-Blanc



8 nodos, cada uno equipado con:

- 2 bastidores, chasis 8 bullx estándar, 72 blades de ajuste 1080 tarjetas de cómputo, para un total de 2160 CPUs y GPUs 1080.
- SoC Samsung Exynos 5 Dual.

Cada hoja tiene quince nodos, y es un grupo en su propio derecho. La hoja de entrega del orden de 485

⁴ <https://6lli539m39y3hpkelqsm3c2fg-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/11/Mont-Blanc-system.jpg>

gigaflops de cómputo y se quemará alrededor de 200 vatios.

CONCLUSIONES

- ❖ Con esto podemos ver y concluir que *Mont-Blanc* aparte de ser un proyecto orientado a la supercomputación, también posee un enfoque ambiental ya que trata de aumentar las capacidades de los supercomputadores sin aumentar el consumo energético e incluso tratando de disminuirlo.
- ❖ evaluar en la generación de diferentes plataformas puestos a disposición por el proyecto el comportamiento de hasta once aplicaciones científicas de clase exascale real.
- ❖ En *Mont-Blanc* su objetivo fue evaluar el potencia de los componentes integrado de baja potencia clusters haciendo necesidad futura de Exascale HPC.
- ❖ Lo primordial en este proyecto para que funcione, es su objetivo específico en obtener muchos tela-flop por watt a bajo consumo.
- ❖ Permite un mayor desarrollo del modelo de programación OMPs para explotar de forma automática varios nodos de cluster.
- ❖ Esto producirá un nuevo tipo de arquitectura de ordenados capaz de establecer futuras normas globales HPC que proporciona un rendimiento Exascale utilizando 30 veces menos energía.
- ❖ Mont-Blanc contribuye al desarrollo de plataformas de bajo consumo de escala extrema, con el potencial de la computación Exascale.
- ❖ La computación Exascale realizo un sistema computacional que pueda al menos procesar

Exaflops pero respetando un bajo consumo de potencia eléctrica por flop procesado

BIBLIOGRAFÍA

- ✚ <http://www.montblanc-project.eu/>
- ✚ https://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_Exascale
- ✚ https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_Mont-Blanc
- ✚ <http://www.computerworld.es/tendencias/el-bsc-lidera-una-iniciativa-europea-para-desarrollar-sistemas-exascale-de-bajo-consumo>
- ✚ <http://www.bsc.es/media/5077.pdf>
- ✚ <http://www.montblanc-project.eu/press-corner/news>