

# LAYMAN'S REPORT EC LIFE+ PROGRAMME



**SOLVAY**

asking more from chemistry®



**SOLVAY «LOOP» PROYECTO - LIFE11/ENV/FR/00744**

Un innovador proceso de reciclado de tierras raras a partir de lámparas fluorescentes usadas.

**SOLVAY «LOOP» PROJECT - LIFE11/ENV/FR/00744**

An innovative process of rare earth recycling from used fluorescent lamps.

ES-EN



Con el apoyo financiero de la Comisión Europea  
With the financial support of the European Commission

|                                     |                                                                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Project acronym                     | LOOP                                                                                              |
| Project number                      | LIFE11 ENV/FR/744                                                                                 |
| Project title                       | Validation of a process of recovery and revalorisation of Rare Earth elements contained in wastes |
| Project demonstration site          | La Rochelle (France) & Saint Fons (France)                                                        |
| Project implementation time         | 01/06/2012 to 31/11/2014                                                                          |
| Project beneficiary                 | SOLVAY – Rhodia Operations SAS                                                                    |
| Project funding                     | EC LIFE+ 2011                                                                                     |
| Total eligible project budget       | 2,198,903€                                                                                        |
| EU financial contribution requested | 1,099,451€                                                                                        |

#### © 2014 Solvay - Layman's Report - Proyecto «LOOP»

Publishing Director : Nicolas BARTHEL - 0546683322 - ZI 26 rue chef de baie - 17000 La Rochelle - FRANCE

Creation and Printing : IRIS Pro crea - 0607694706 - patrice.potier@irisprocrea.com

Design : Agence DOSCOCO - 0678624874 - contact@doscoco.com

Photo Crédit : POPMachine, Marc FORZI

# Resumen

## 1. Contexto

1.1 - Las tierras raras como materiales críticos

1.2 - Escasez de recursos

## 2. El Proyecto

2.1 - Activités du projet

## 3. Los resultados

3.1 - Resultados previstos / obtenidos

3.2 - Efectos socioeconómicos

3.3 - Impacto medioambiental

# Summary

## 1. Context

1.1 - Rare earths as critical materials

1.2 - Resource scarcity

## 2. The project

2.1 - Project actions

## 3. The results

3.1 - Expected / obtained results

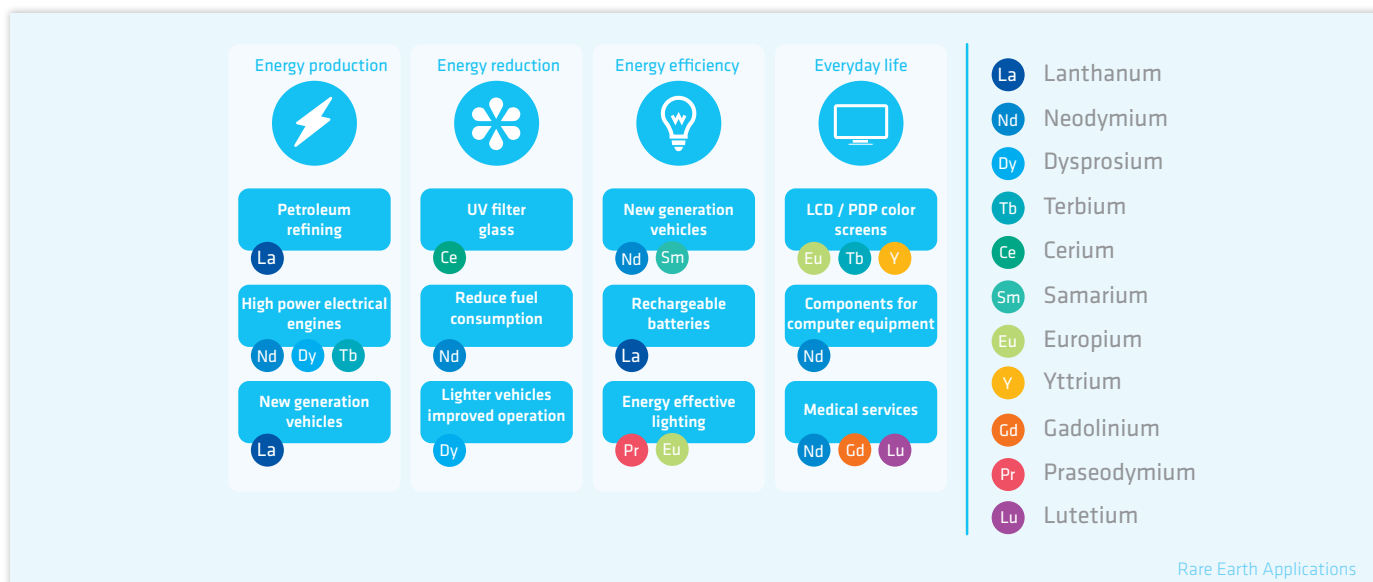
3.2 - Socio economics

3.3 - Environmental impact



En los últimos años las innovaciones tecnológicas han multiplicado las aplicaciones que utilizan tierras raras. Entre ellas, las llamadas «tecnologías verdes» se han diseñado para contribuir a la protección medioambiental en términos de reducción del consumo de energía, desarrollo de transportadores de energía renovable y control de la contaminación del aire. Aplicaciones destacadas comprenden catalizadores para autos, turbinas eólicas, imágenes médicas, lámparas de bajo consumo, electrónica, pigmentos y películas UV.

During recent years, technological innovations have resulted in multiple applications using rare earths. Among them, so-called “green technologies” are designed to contribute to environmental protection in terms of reducing energy consumption, development of renewable energy carriers and air-pollution control. Notable applications comprise catalysts for cars, wind turbines, medical imaging, energy-saving lamps, electronics, pigments and UV films.



## 1.2 - Escasez de recursos

El uso de los recursos limitados de la Tierra plantea un enorme problema potencial para el futuro. Por lo tanto, el desarrollo de las técnicas y tecnologías de reciclado, así como la reducción del uso de materias primas presentes en la naturaleza, es de vital importancia.

Las innovaciones tecnológicas más recientes han dado lugar a un mayor número de aplicaciones con utilización de tierras raras, que han visto incrementar su demanda. Una gran proporción de la demanda creciente se debe a las llamadas «tecnologías verdes» diseñadas para contribuir a la protección medioambiental. Es muy difícil o incluso imposible obtener el mismo rendimiento a partir de otros elementos porque las tierras raras poseen propiedades intrínsecas derivadas de la gran especificidad de la estructura electrónica de sus átomos. Es seriamente preocupante el hecho de que en pocos años la demanda de algunos de los elementos que constituyen las tierras raras, como el neodimio, praseodimio, disprosio, terbio, lantano, itrio y europio, superará al suministro actual. Se prevé que a medio plazo la demanda creciente sólo podrá satisfacerse si se abren más minas, además de las ya existentes en Australia y EE.UU.

Está ampliamente aceptado que el mercado global de los elementos de las tierras raras aumenta un 6% anual de acuerdo con las demandas nacionales. Para poder satisfacer esta demanda se ha incrementado la producción global, pero el equilibrio en el suministro es complicado por el hecho de que China, el mayor productor mundial de tierras raras, establece cuotas para la exportación de estos productos. Además, estas cuotas se revisan frecuentemente, lo cual contribuye a la imprevisibilidad del mercado.

## 1.2 - Resource scarcity

The use of the Earth's limited resources poses a huge potential problem for the future. Thus, the development of recycling technologies and techniques, as well as reducing the use of naturally occurring raw materials, is of crucial importance.

More recently, technological innovation has resulted in the growth of applications using rare earth, which has led to a steep increase in their demand. A large proportion of the increased demand is generated by the so-called “green technologies”, which are designed to contribute to environmental protection. It is very difficult or even impossible to obtain the same performance from other elements because rare earths have intrinsic properties dictated by their very specific electronic structure at the atomic level. There are serious concerns that the demand for some individual rare earth elements such as neodymium, praseodymium, dysprosium, terbium, lanthanum, yttrium and europium, will exceed current supply within a few years. It is to be expected that in mid-term, the increased demand can only be met if more mines, in addition to the ones in Australia and USA, are opened.

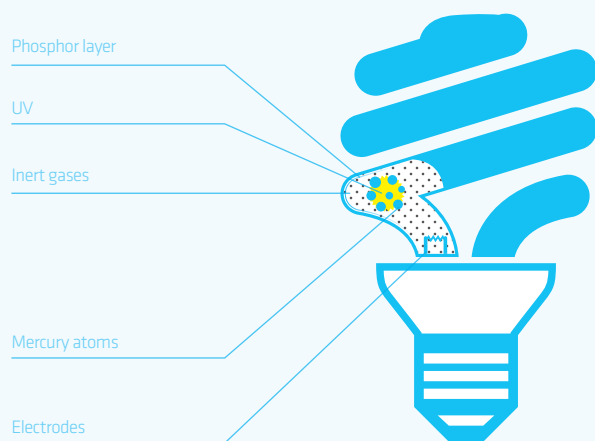
It is broadly accepted that the global market for rare earth elements is increasing by 6% per year according to national demands. Global output is increased in order to keep pace with this demand but the supply balance is complicated by the fact that China, the world's largest rare earth producer, operates export quotas for these products. Furthermore, these quotas are frequently adjusted, making for unpredictability.

## 2. El Proyecto

La UE considera a las tierras raras «materias primas minerales críticas» para las que se recomiendan actividades de reciclado. El proyecto “LOOP” de Solvay es una de estas actividades que valoriza las «fuentes urbanas» europeas anteriormente inexploradas.

El proyecto se ha centrado inicialmente en el reciclado de polvos fosforescentes contenidos en las lámparas fluorescentes (LF) en lugar de depositarlos en vertederos controlados. Luego la atención se orientará hacia otros flujos de residuos potenciales para asegurar una alimentación diversificada de los mismos.

Structure of an energy saving lamp



Con este proyecto nos proponemos limitar el impacto de las actividades industriales y públicas sobre el medio ambiente, mejorar la gestión de los residuos y reducir el volumen de los mismos, especialmente de los altamente tóxicos.

Dentro de este proyecto, nos proponemos aumentar las posibilidades de la gestión de los residuos mediante el desarrollo y la demostración de la viabilidad de un nuevo proceso tecnológico. La técnica propuesta no sólo será innovadora, sino que demostrará también que este proceso de reciclado puede ser económicamente viable.

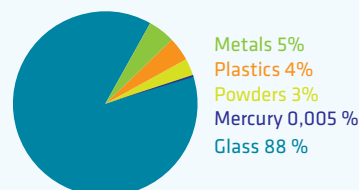
El objetivo principal de este proyecto es demostrar que el reciclado de los residuos del polvo fosforescente puede efectuarse a una escala de 1.500 toneladas/año -el actual nivel europeo de producción anual de residuos- con una tasa de valorización del 90% en peso (mediante la recuperación de tierras raras y el reciclado de subproductos). También tenemos el objetivo de minimizar los desechos residuales al final del proceso y simultáneamente lograr el menor impacto posible sobre el medio ambiente (agua y aire). El proyecto, en la escala de una planta piloto, también se usará para poner en marcha a continuación un proceso industrial a mayor escala (correspondiente al nivel del mercado europeo de producción anual de residuos en 2020 de 2.300 toneladas). Además, estudiaremos la valorización en la misma unidad de otros residuos al margen de los polvos fosforescentes. Lo haremos para mejorar la transferencia del proceso a otros tipos de residuos. Durante la puesta en marcha del proyecto también será un claro objetivo minimizar el consumo energético de todo el proceso.

## 2. The project

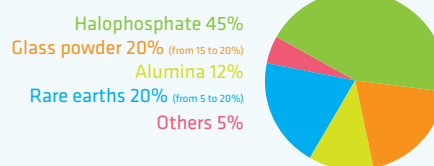
Rare earths are considered by the EU as «critical mineral raw materials» for which recycling activities are recommended. The Solvay “LOOP” project is one such activity that valorizes previously unexploited European ‘urban sources’.

The project has initially focused on the recycling of phosphorescent powders contained in fluorescent lamps (FL) instead of land-filling them. Subsequently, the focus will be oriented to other potential waste-streams to ensure a diversified waste feed-stream.

Composition of a lamp



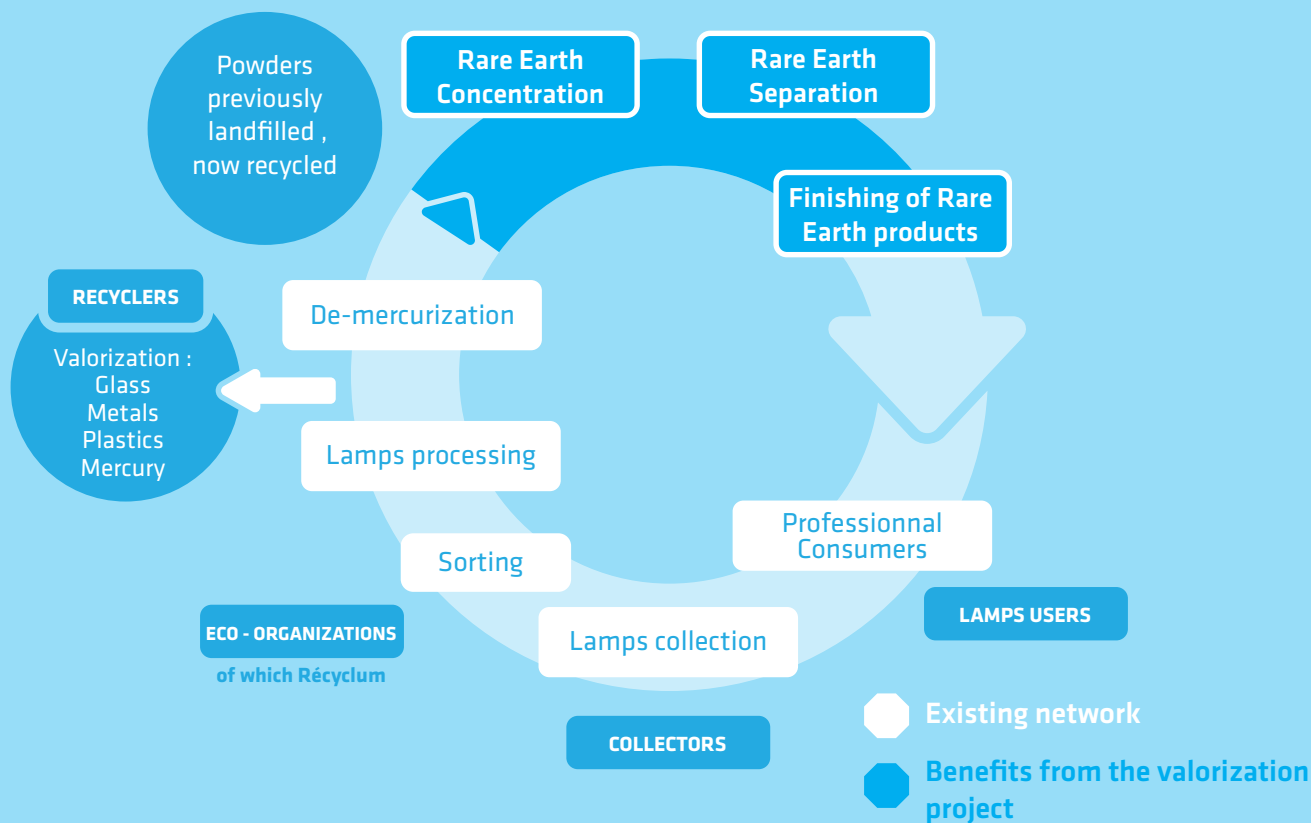
Example of composition of phosphor powder



With this project we aim to limit the impact of public and industrial activities on the environment; improve waste management, and reduce the volume of waste, especially highly toxic waste.

Within this project, we aim to increase the possibilities of managing waste by developing and demonstrating the feasibility of a new technological process. The proposed technique will not only be innovative but we will also demonstrate that this recycling process can be economically viable.

The main goal of this project is to demonstrate that recycling of phosphorescent powder wastes can be performed at a scale of 1500 tons/year - the existing European level of yearly waste production - with a valorization rate of 90% in weight (by recovering rare earths and by recycling by-products). We also have the objective to minimize the residual waste at the end of the process, and simultaneously to achieve the lowest impact possible on the environment (water and air). The project, at the scale of a demonstrator, will also be used to subsequently implement an industrial process at a larger scale (corresponding to the European market level of yearly waste production in 2020 of 3 300 tons). Furthermore, we will study the valorization on the same unit of wastes other than phosphorescent powders. We will do this in order to prove the transferability of the process to other types of wastes. During the implementation of the project, a clear objective will also be to minimize the energy consumption of the entire process.



Project of rare earth valorization, based on an existing network

## 2.1 - Acciones del proyecto

El proyecto se puso en marcha en dos plantas francesas de Solvay: Saint-Fons Chimie y La Rochelle. La competencia especializada de estas dos plantas industriales, así como la de los equipos de investigación e innovación (los equipos de Aubervilliers, Lyon y La Rochelle) implicados, es notoria y reconocida. Un ejemplo de ello es el hecho de que la planta de La Rochelle es la única de Europa que puede purificar elementos de tierras raras.

Puesto que la principal función de esta planta piloto es validar el proceso para el reciclado de los residuos finales que contienen elementos raros (una primicia mundial), seguimos cuatro fases técnicas esenciales para la puesta en marcha de la misma, durante las cuales se dedicó especial atención al rendimiento de cada una de ellas, a las emisiones y al consumo de energía.

## 2.1 - Project actions

The project has been implemented on two of Solvay's French plants : Saint-Fons Chimie and La Rochelle. The expertise of these two industrial sites as well as the expertise of the Research & Innovation teams (Aubervilliers, Lyon and La Rochelle teams) involved, are well-known and recognized. As an example, La Rochelle is the only plant in Europe that can purify rare earth elements.

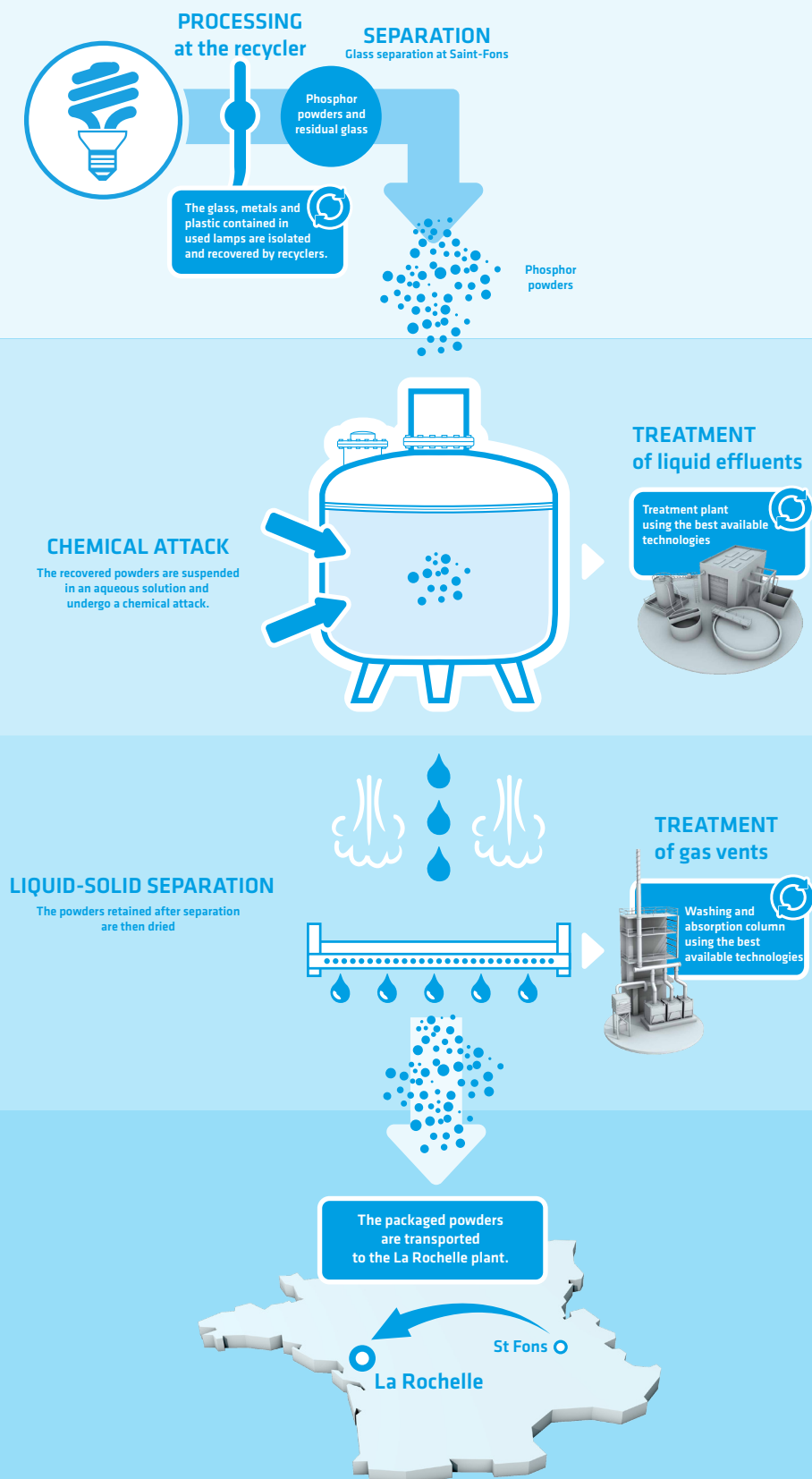
As the main role of this demonstrator is to validate the process for the recycling of ultimate wastes containing rare earth elements (a World premiere), we followed four main technical stages for the implementation of the demonstrator during which specific attention was devoted to the performance of each stage, to emissions and to energy consumption.



La Rochelle - FRANCE

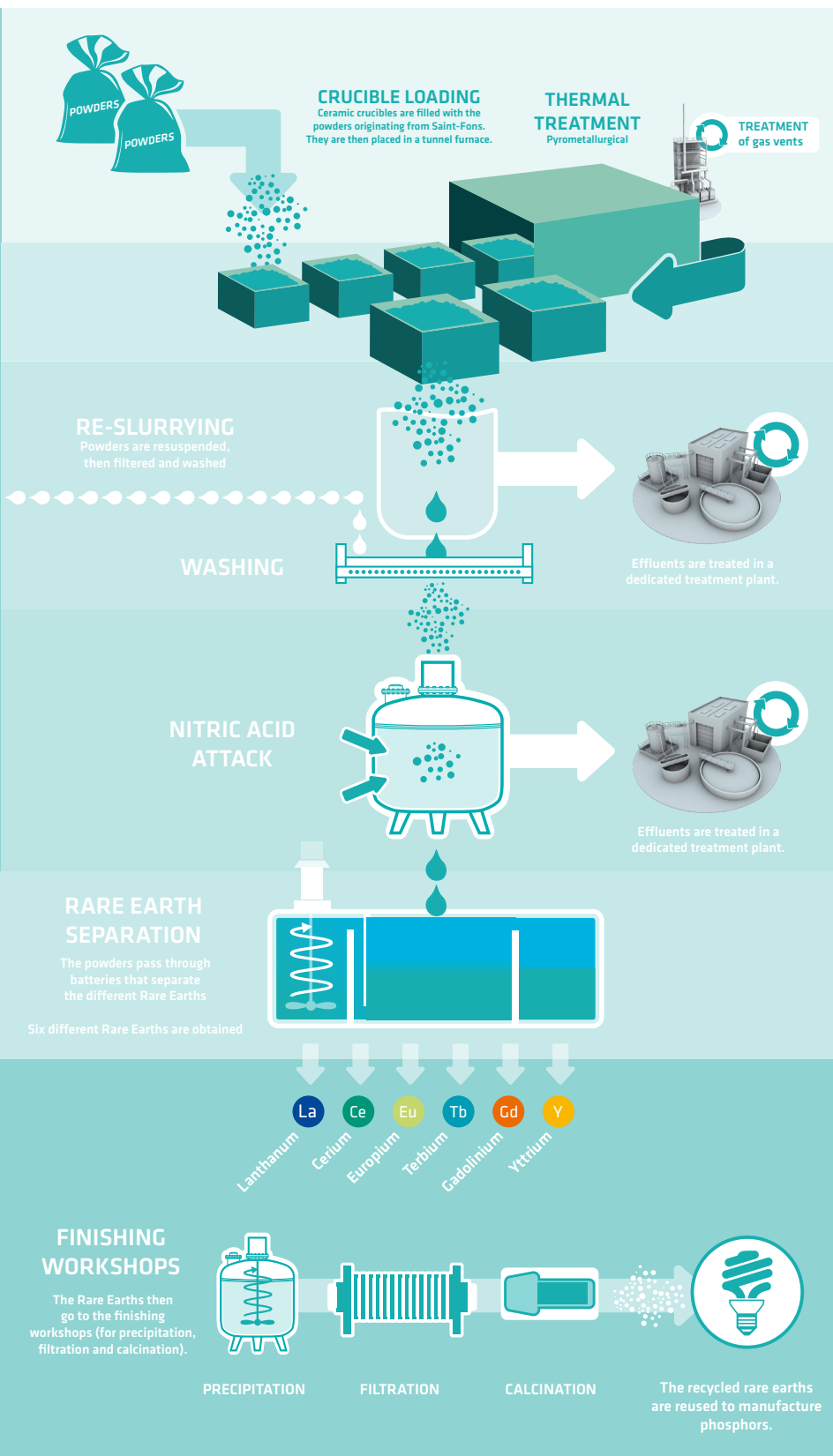


Saint-Fons - FRANCE



La primera fase técnica consistió en la optimización y validación del proceso previo (la planta de Saint-Fons Chimie). En esta fase se efectuó un seguimiento estrecho de la producción para validar la solidez del proceso como una función de las composiciones de los diferentes residuos y verificar el consumo energético. Se habían realizado varias pruebas industriales para mejorar el rendimiento. Esta fase validó la tecnología previa y también dio lugar a nuevas técnicas del proceso para las siguientes etapas (aumento de la capacidad a mayor escala).

The first technical stage consisted of the optimization and validation of the upstream process (Saint-Fons Chimie plant). In this stage, production was followed very closely in order to validate the robustness of the process as a function of the different waste compositions and to check energy consumption. Several industrial trials have been performed in order to improve performance. This stage validated the upstream technology and also gave rise to some new process know-how for the next steps (capacity increase to larger scale).



Downstream Process / La Rochelle



La Rochelle - FRANCE

La segunda fase técnica consistió en la optimización y validación del proceso ulterior (la planta de La Rochelle). Los objetivos fueron los mismos que para la primera fase: aumento de la capacidad de producción y mejora de la solidez ante las fuentes de residuos.

Una vez validadas estas dos etapas iniciales, la tercera fase técnica consistió en la ampliación del proceso a la máxima escala industrial. En lo sucesivo, el principal objetivo será optimizar el equilibrio energético y minimizar el impacto medioambiental.

Por último, la fase técnica final se centró en la validación de los nuevos flujos de residuos para alimentar el proceso. Esta fase, que es crucial para reducir el impacto industrial sobre el medio ambiente (mediante el aumento de la cantidad de tierras raras recicladas), conducirá a la selección de las diferentes fuentes de residuos que serán tratados con el nuevo proceso y concluirá con la recuperación de las tierras raras y el reciclado de los subproductos.

Estas acciones se han traducido en la validación de un innovador proceso favorable al medio ambiente a escala preindustrial.

The second technical stage consisted of the optimization and validation of the downstream process (La Rochelle plant). The objectives were the same as for the first stage : production capacity ramp-up and robustness improvement versus wastes sources.

Once these two initial steps had been validated, the third technical stage consisted in upsizing the process to full industrial scale. Going forward, the main target will be to optimize the energy balance and minimize environmental impact.

Finally, the last technical stage was focused on the validation of new waste streams to feed the process. This stage, which is crucial to reduce the industrial impact on the environment (by increasing the amount of rare earths recycled), will lead to the selection of the different waste sources that will be treated by the new process, leading to rare earths recovery and by-product recycling.

These actions have resulted in the validation of an innovative environment-friendly process at pre-industrial scale.

## 3. Los resultados

### 3.1 - Resultados previstos / obtenidos

El resultado previsto del proyecto es la validación del máximo potencial del innovador y ecológico proceso de reciclado de los elementos de las tierras raras contenidas en los polvos fosforescentes de las lámparas fluorescentes (LF). El demostrador validará el proceso a escala preindustrial y optimizará la eficiencia de la solución técnica final en términos de productividad, equilibrio energético y rendimiento medioambiental (y también la relación coste-eficacia). Estos parámetros están directamente relacionados con la eficiencia de la difusión y la transferencia de la tecnología.

Con este proyecto también esperamos lograr una importante reducción de los residuos de vertedero, a saber: aproximadamente 2.200 toneladas/año (incluida la fracción de vidrio residual), lo cual representa el 100% del polvo fosforescente eliminado a nivel europeo en 2015.

El proceso nos permitió tratar aproximadamente el 90% (1.350 toneladas/año) de óxidos de tierras raras, vidrio (a ser valorizado en la industria del vidrio) y fosfatos (valorizados en la industria de fosfatos).

Si consideramos 1.100 a 1.500 toneladas/año de residuos, comprendiendo 1.000 toneladas de polvos fosforescentes y 100 a 500 toneladas de vidrio, el resultado del proceso será:

- 188 toneladas de tierras raras como óxidos (430 toneladas como nitratos),
- 100 a 500 toneladas de vidrio (subproducto a ser valorizado),
- 800 toneladas de fosfatos (subproducto a ser valorizado),
- 150 toneladas de residuos finales.

Específicamente, en lo que respecta a las tierras raras, funcionando a plena capacidad el proceso puede revalorizar más del 90% de los polvos fosforescentes, recuperando así las siguientes tierras raras en forma de óxido o materiales formulados :

|                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| Itrio ( $Y_2O_3$ )    | Gadolinio ( $Gd_2O_3$ ) |
| Europio ( $Eu_2O_3$ ) | Lantano ( $La_2O_3$ )   |
| Terbio ( $Tb_4O_7$ )  | Cerio ( $CeO_2$ )       |

Estos elementos son fácilmente reutilizables en la industria de las lámparas de bajo consumo energético y desarrollamos marcas específicas para diferenciar entre materiales vírgenes y reciclados.

## 3. The results

### 3.1 - Expected / obtained results

The expected outcome of the project is the validation of the full potential of the innovative, environmentally-friendly recycling process of rare earth elements contained in phosphorescent powders of fluorescent lamps (FL). The demonstrator will validate the process at the pre-industrial scale, optimize the efficiency of the final technical solution in terms of productivity, energy balance, and environmental performance (and also cost efficiency). These parameters are directly linked to the efficiency of the dissemination and transferability of the technology.

With this project we also expect to achieve an important reduction of landfill waste, viz : by 2200 t/y (including the residual glass fraction), which represents 100% of the estimated phosphorescent powders disposed of at European level in 2015.

The process allowed us to treat about 90% (1350 t/y) of rare earth oxides, glass (to be valorized in the glass industry) and phosphates (valorized in the phosphates industry).

If we consider 1100 to 1500 t/year of waste, comprising 1000 t of phosphorescent powders and 100 to 500 t of glass, the process will result in :

- 188 t of RE as oxides (430 t as nitrates),
- 100 to 500 t of glass (by-product to be valorized),
- 800 t of phosphates (by-product to be valorized),
- 150 t of ultimate waste.

Specifically, as regards rare earths, when running at full capacity the process can revalorize more than 90% of phosphorescent powders thus recovering the following rare earths in the form of oxide or formulated materials :

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Yttrium ( $Y_2O_3$ )   | Gadolinium ( $Gd_2O_3$ ) |
| Europium ( $Eu_2O_3$ ) | Lanthanum ( $La_2O_3$ )  |
| Terbium ( $Tb_4O_7$ )  | Cerium ( $CeO_2$ )       |

These elements are easily re-usable in the industry of low energy consumption lamps, and we developed specific trademarks to differentiate between virgin and recycled materials.

« Origin » product range derived from rare earth recycling



**Luminostar®**  
origin

**Morningstar®**  
origin

**Oxigem®**  
origin

**Carbogem®**  
origin

**Nitragem®**  
origin

### 3.2 - Efectos socioeconómicos

El principal efecto socioeconómico del proyecto es la creación de un nuevo proceso de reciclado que dará lugar a nuevas actividades industriales en Europa en el conjunto de dicho campo.

En realidad, puesto que en Europa no existe ninguna fuente importante de tierras raras, la creación de este proceso conducirá al surgimiento de nuevo empleo industrial.

Las industrias de lámparas fluorescentes y LCD requieren los elementos de las tierras raras como materias primas y por lo tanto deciden basar su producción en Asia, cerca de la principal fuente de tierras raras. Con esta nueva fuente de materias primas estas industrias tendrán la ocasión de relocalizar sus actividades en Europa y generar así numerosas oportunidades para la creación de empleo.

Por otra parte, el proyecto nos permite crear 30 puestos de trabajo (en las plantas de Solvay de La Rochelle y Saint-Fons Chimie). Esta creación de puestos de trabajo directos dará lugar a otros indirectos que todavía no estamos en condiciones de calcular. Además, estas personas se habrán beneficiado de la formación para sus nuevos puestos de trabajo, aumentando así sus posibilidades laborales, su conocimiento y su competencia técnica, lo cual les conferirá una posición cualificada.

Este proyecto es particularmente esencial para Europa, pues permite la explotación de una 'mina urbana' de materiales estratégicamente importantes.

El proyecto también demuestra por primera vez que la química puede transformar residuos complejos en «materias primas secundarias» de alta calidad, completando así el ciclo del reciclado en Europa para una familia estratégica de materias primas.

Esto aumentará la independencia de Europa en cuanto a elementos de tierras raras y al mismo tiempo reducirá el consumo de recursos naturales obtenidos mediante procesos que no respetan las normas básicas de seguridad, salud y protección medioambiental. Con ello se asegurará que Europa tenga acceso a una provisión sostenible de estos elementos sin el riesgo de escasez, que podría tener graves efectos económicos y sociales.

### 3.3 - Impacto medioambiental

En conclusión, el proceso de SOLVAY permite:

- La desmercurización de los residuos pulverulentos y la valorización de más del 90% de las tierras raras contenidas en los mismos
- La reducción de los residuos peligrosos
- La valorización de las tierras en el nivel previsto; no obstante, la valorización de los subproductos (principalmente vidrio y fosfatos) sigue siendo un reto.
- El acceso a un depósito de tierras raras en Francia y, seguidamente, a minas urbanas no explotadas en toda Europa. Este ejemplo se pone de relieve en las conferencias internacionales, así como los premios a la innovación para alentar y promover otros proyectos de reciclado.



### 3.2 - Socio economics

The main socio-economic effect of the project is the creation of a new recycling process that will be the source of new industrial activities in Europe in the whole recycling field.

Indeed, as there is no major source of rare earth elements in Europe, the creation of this process will be the sources of new industrial employment.

The fluorescent lamp and LCD industries require rare earths elements as raw materials and therefore choose to base their production in Asia, next to the major source of rare earths. With this new raw material source, such industries will have the opportunity to relocate their activities in Europe and thus increasing the number of opportunities for job creation.

Moreover, the project itself allowed us to create 30 jobs (on the plants of Solvay, La Rochelle and Saint-Fons Chimie). These direct job creations will also lead to indirect ones that we have not yet been able to estimate. Furthermore, these persons have benefitted from training for their new job, thus increasing their employability, knowledge and know-how, and so giving them a qualified position.

This project is particularly strategic for Europe as it enables the exploitation of an 'urban mine' of strategically important materials.

The project also demonstrates for the first time that chemistry can transform complex wastes into "secondary raw materials" of high quality and thus completes the recycling loop in Europe for a family of strategic raw materials.

This will increase the independence of Europe as regards to rare earth elements. It will also help conserve natural resources and reduce the use of environmentally damaging processes in their transformation. This will ensure Europe has access to a sustainable provision of these elements without the risk of shortage that could have dramatic social and economic effects.



### 3.3 - Environmental impact

In conclusion, the SOLVAY process enables:

- De-mercurization of powder wastes and valorization of more than 90% of the rare earths contained in these wastes
- Reduction of hazardous waste
- Rare earth valorization at the level aimed for; however, valorization of by-products (mainly glass and phosphates) is still a challenge
- Access to a deposit of rare earths in France, and forthwith, unexploited urban mines over the whole of Europe. This example is highlighted in international conferences as well as innovation prizes to encourage and promote other recycling projects.



**Solvay S.A.**

Rue de Ransbeek, 310  
1120 Bruxelles  
Belgique  
T : +32 2264 2122  
F : +32 2264 3061

[www.solvay.com](http://www.solvay.com)