

III FORO

RETOS Y TENDENCIAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

28 de mayo de 2026
Hotel Arima · San Sebastián

Organizado por:



Bloque MONITORIZACIÓN

Ponencia

Control de procesos de cromado
duro trivalente: ejemplo de
transferencia industrial en Francia



Dra. Christine Gleyzes
Ingeniera de Desarrollo
Analítico e I+D en UT2A)



Co-financiado por:



Co-funded by
the European Union

UT2A en pocas palabras



Laboratorio de análisis de metales y oligoelementos con sede en Pau

- Análisis rutinarios
- Contratos de estudios
- Asesoramiento y formación

Tenemos más de 15 años de experiencia en proyectos relacionados con tratamientos de superficies (Ejemplos: HCTC, CRONOS, NEPTUNE, RESINSURF, etc.)

Somos un laboratorio con múltiples acreditaciones y certificaciones.

<https://www.ut2a.fr/en/quality>

Estamos certificados por SAFRAN para análisis mediante ICP-AES, cromatografía y valorización

Control de baños electroquímicos

Innovación en el
procedimiento



Validación a escala de
planta piloto



Trasferencia a las
instalaciones del
fabricante

Control del baños:
¿Cómo, dónde y quién lo hace? ¿Con qué
frecuencia? ¿Hasta donde se puede llegar?



Técnicas de análisis en laboratorio para control de baños electroquímicos



ICP-AES : Análisis de los elementos de la tabla periódica (excepto C, N, O, H y los elementos halógenos), entre otros:

- Metales: Cr,Zn,Zr,Ti,Fe,Cd,Cu,Al...
- P,S,Na,K
- Ca,Mg

ICP-MS : Mayor sensibilidad analítica, con límites de detección inferiores (< 1 mg/l para baños electroquímicos)



Equipos de análisis de alto rendimiento

IMPORTANTE: Es conveniente conocer la matriz que se va a analizar para identificar posibles interferencias

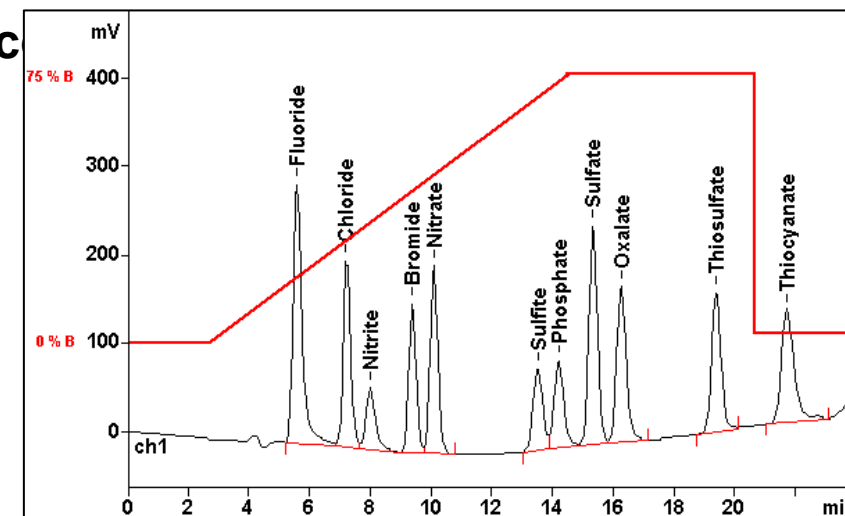
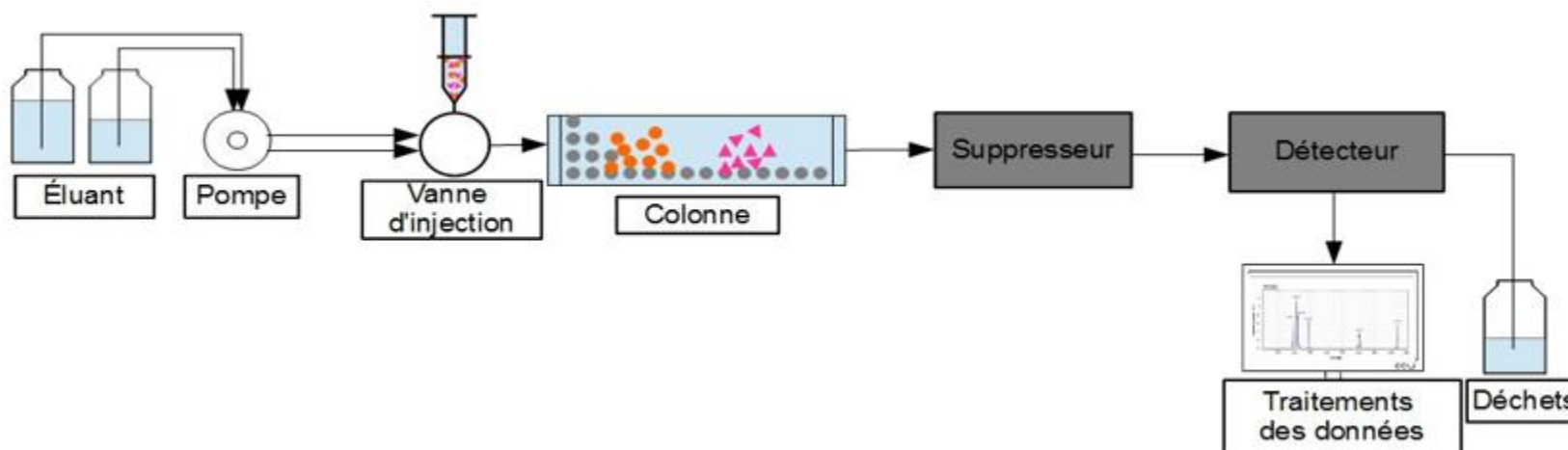
Técnicas de análisis en laboratorio para control de baños electroquímicos



Cromatografía iónica: separación mediante columna de intercambio aniónico

- Análisis de aniones inorgánicos: sulfato, cloruro, nitrato, nitrito, bromuro, fosfato, fluoruro
- Ácidos orgánicos cadena corta: acetato, formiato, gluconato, ...
- Moléculas más complejas (tiosulfato, oxalato, perclorato...)

HPLC-UV: Análisis de compuestos orgánicos



Técnicas de análisis en laboratorio para control de baños electroquímicos

- Aparatos costosos
- Es necesario contar con personal formado en química analítica y en el manejo de estos aparatos
- Es necesario realizar un seguimiento periódico de los aparatos y llevar a cabo su mantenimiento

Son técnicas para utilizar como referencia para desarrollar y validar métodos aplicables en laboratorios de tratamentistas



Dependiendo de la complejidad del baño
➔ a menudo es necesario optimizar/personalizar el método de análisis

Implantación de procedimientos de análisis en empresas

¿Cómo se puede controlar un baño electroquímico?

- Subcontratación a laboratorios especializados (con un protocolo definido o que requiera su desarrollo en caso de análisis complejos)
- Análisis en las instalaciones de la propia empresa tratamentista de superficies, utilizando técnicas más sencillas (valoraciones, espectroscopia UV, electrodos selectivos de iones-ISE-), pero previamente validadas

Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

Cromado duro
con Cr(VI)

Cromado duro
con Cr(III)

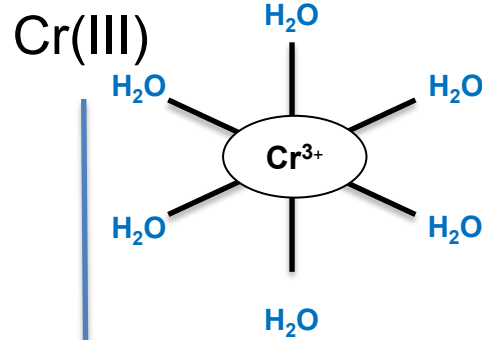
Cr(VI)



Cr(III)



Cr(O)



Deposición directa muy difícil

Hay que complejar el cromo

→ complejante orgánico o inorgánico

Complejo
Cr(III)

- ☞ sensible a las variaciones de pH
- ☞ sensible a las variaciones de temperatura
- ☞ sensible a la relación complejante/Cr(III)

Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

La sustitución de los baños de cromo VI por baños de cromo III están provocando cambios importantes en la gestión de los baños electroquímicos.

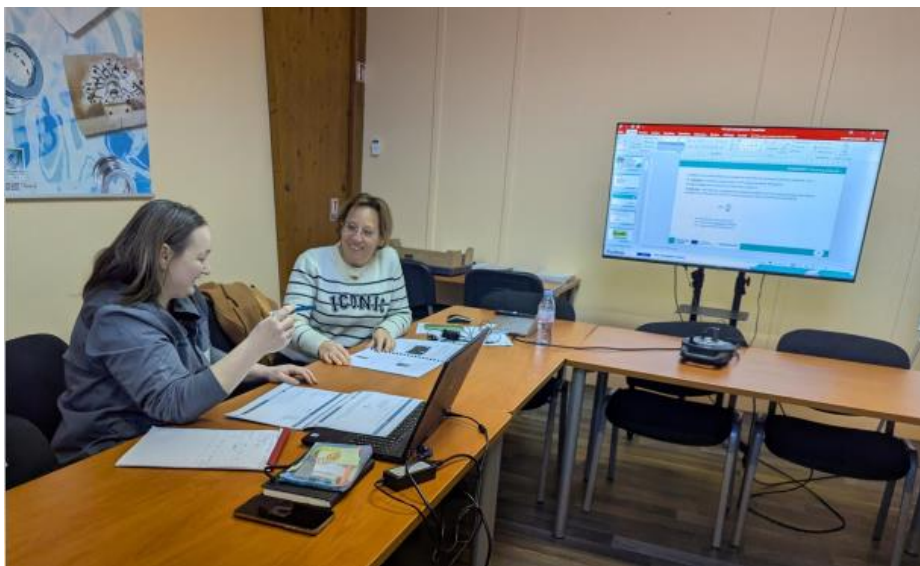
- Preparación del baño: la complejación del cromo(III) constituye una etapa crítica.
- Control del pH
- Análisis periódicos de las concentraciones de cromo y agentes complejantes o, alternativamente, control mediante balances de masa, con el fin de ajustar adecuadamente los baños electroquímicos.



**Si la complejación no se realiza correctamente:
No se obtendrá el complejo adecuado en la solución o puede quedar cromo (III) sin complejar que precipitará durante el proceso, por lo que la relación complejante/Cr(III) no se mantendría en el rango óptimo de operación.**

Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

1.^a etapa: formación del personal



- ***Formación del personal sobre las características específicas del baño, para que sea capaz de identificar los puntos que requieren vigilancia***
 - preparación del baño
 - respeto de los tiempos de homogeneización
 - Conocimiento sobre consecuencias y cuando se puede producir precipitación
 - concentraciones de trabajo ideales tanto de cromo como de complejante
- ***Formación del personal sobre análisis y química***
 - Métodos de análisis en los laboratorios
 - Métodos de análisis en la empresa
 - Precisión de las técnicas, ventajas e inconvenientes

Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

2.ª etapa: Ayuda para la compra del material necesario para realizar los análisis.



¿Qué aparato
elegir?

¿A quién hay que
preguntar?

¿Qué
especificaciones hay
que solicitar?

¿Cuánto me
puede costar
implementarlo?

Organización del
laboratorio

Material de laboratorio que hay
que comprar (micropipetas,
cubetas de cuarzo o
desechables...)

Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

3.ª etapa: Formación en el método de análisis

Si quieres resultados precisos, tienes que ser preciso

- Preparar soluciones de calibración
- Realizar diluciones eligiendo el material adecuado
- Trazar una línea de calibración
- Comprobar la calibración
- Realizar el mantenimiento del equipo



Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

4.^a etapa: Análisis cruzados para validar el dominio de los análisis en la empresa

👉 Validación con las técnicas de referencia en los laboratorios de análisis
(ICP AES, cromatografía iónica)

N.º de solution	Chrome (g/L)					
	ICP OES				UV-Visible	
	Laboratoire 1		UT2A		Entreprise	
	Concentration	Ecart-type	Concentration	Ecart-type	Concentration	Ecart-type
1	69	2	66	2	64,3	1,1
3	96	2	66,4	0,2	60,8	0,0
4	103	3	96,1	0,6	92,9	1,8
5	98	3	91,8	0,3	88,7	0,5
6	104	4	100	1	94,2	0,9
7	108	4	106,5	0,7	102,6	1,1



Ejemplo: proceso de cromado duro con cromo trivalente

Problemas habituales

- Resultados de análisis diferentes entre el laboratorio de control y la empresa debido a:
 - ✓ calibración incorrecta
 - ✓ muestreo incorrecto
 - ✓ preparación incorrecta del baño (incumplimiento de los tiempos de homogeneización))
- Mala elección del equipo de análisis (p.e. electrodo de pH no lo suficientemente robusto y preciso)
- Recubrimiento no conforme
 - pH no mantenido en rango óptimo
 - exceso de hierro por un montaje de la cuba o una preparación del baño inadecuadas

Conclusión

- El control químico de los baños es esencial para garantizar el cumplimiento de las normas y la reproducibilidad de los resultados
- Los análisis pueden realizarse mediante subcontratación o in situ, pero siempre siguiendo protocolos validados.
- Si se realizan in situ, puede ser necesario formar al personal
- El equipo debe estar adaptado al análisis y a la precisión deseada

Gracias por vuestra atención!

Christine GLEYZES

Christine.gleyzes@univ-pau.fr
ut2a@univ-pau.fr

III FORO

RETOS Y TENDENCIAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

28 de mayo de 2026

Hotel Arima · San Sebastián

PROGRAMA

8:30-9:00	Registro
9:00-9:30	Inauguración de la Jornada. Sala Secuoya
9:30-10:15	BLOQUE Interreg SUDOE. Sala Secuoya
10:15-11:45	SESIÓN PLENARIA. Sala Secuoya
11:45 -12:15	Coffee break. Sala Mimosa
12:15-14:30	BLOQUE MONITORIZACIÓN. Sala Tamarindo BLOQUE SOSTENIBILIDAD. Sala Magnolia
11:45 -12:15	Cierre y Cocktail. Sala Mimosa
15:30-17:00	Visita a las instalaciones de CIDETEC Surface Engineering.

Organizado por:



Co-financiado por:



Co-funded by
the European Union